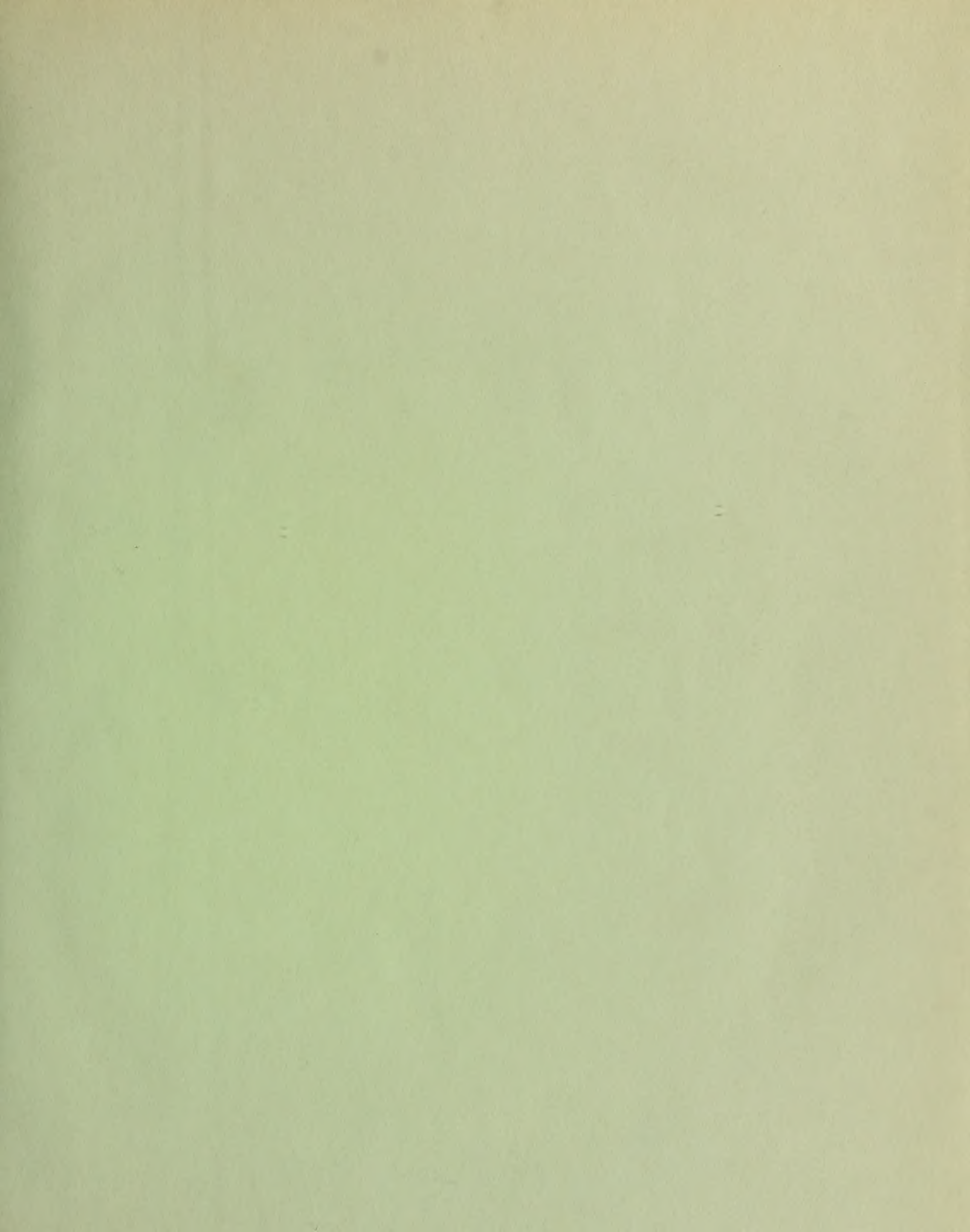












Abhandlungen

der

Königlichen

Akademie der Wissenschaften

zu Berlin.

1841.

Abhandlungen

der

Königlichen

Akademie der Wissenschaften

zu Berlin.

Aus dem Jahre

1841.

Erster Theil.



Berlin.
Gedruckt in der Druckerei der Königlichen Akademie
der Wissenschaften.
1843.

In Commission bei F. Dümmler.

Inhalt.

Physikalische Abhandlungen.

Mathematische Abhandlungen.

Philologische und historische Abhandlungen.

Jahr 1841.

Die öffentliche Sitzung zur Feier des Geburtstages Friedrichs des Zweiten am 28. Januar wurde durch die Gegenwart Sr. Majestät des Königs und durch die Sr. Königl. Hoheit des Prinzen von Preufsen verherrlicht. In der Einleitungsrede untersuchte der vorsitzende Sekretar der physikalisch-mathematischen Klasse Hr. Encke die Frage, ob eine gröfsere Öffentlichkeit, als bisher bei der eingeführten Form der Sitzungen, der monatlichen Herausgabe des Berichts und der jährlichen Bekanntmachung der Abhandlungen statt gefunden, für die Akademie wünschenswerth sei. Er knüpfte daran einige Betrachtungen über die Folgen, welche die von dem Hochseligen Könige der Akademie verliehene Befugnifs, ihre Mitglieder selbst zu wählen, für die letzteren gehabt hat. Am Schlusse erinnerte er an die denkwürdige Feier des vergangenen Jahrs zum Gedächtnifs Friedrichs des Zweiten. Hierauf las Herr v. Raumer über Karl XI. von Schweden.

Die öffentliche Sitzung zur Feier des Leibnitzischen Jahrestages am 8. Julius eröffnete der Sekretar der physikalisch-mathematischen Klasse, Herr Erman.

Hierauf hielten die Herren von der Hagen, Wilh. Grimm, Schott und H. E. Dirksen, als neu erwählte Mitglieder, ihre Antrittsreden, welche von dem Sekretar der philosophisch-historischen Klasse, Hrn. Böckh, beantwortet wurden.

Nach diesen Vorträgen verkündete Hr. Erman das Ergebnifs der von der physikalisch-mathematischen Klasse veranlafsten Preis-Bewerbung. Im Jahre 1839 hatte diese Klasse zu dem Jahre 1841 aus dem Cotheniusschen Legate einen Preis von 100 Dukaten auf

die Lösung der von ihr gestellten Aufgabe „über die Wirkung „der mineralischen Substanzen und Salze, welche die Pflan-„zen aus dem Boden aufnehmen", gesetzt. Hierauf ist nur eine Bewerbungsschrift eingegangen, welche sich durch eine klare Auseinandersetzung der wichtigsten Punkte, auf welche es bei dieser Untersuchung ankommt, durch eine richtige Beurtheilung der früheren Versuche, durch zweckmäfsig angestellte eigene Versuche, durch eigenthümliche Ideen, durch viele bisher unbekannte Thatsachen und viele landwirthschaftliche Erfahrungen auszeichnet. Die analytischen Untersuchungen des Verfassers sind mit Umsicht angestellt und mit Sorgfalt ausgeführt und verdienen Zutrauen; von besonderer Wichtigkeit ist die Untersuchung der Körner und des Strohs vom Weizen, welchen er auf verschiedenen Boden-Arten kultivirte. Die Klasse hatte einen Gegenstand gewählt, welcher von verschiedenen Seiten bearbeitet werden konnte, und von dem einzelne Theile selbst seit der Aufstellung der Preisfrage einer näheren Untersuchung unterworfen worden sind: sie konnte es nicht voraussetzen, dafs in so kurzer Zeit die Frage vollständig beantwortet werde, und im Sinne des Legats war es daher ihre Absicht, durch diese Preisfrage Untersuchungen, wodurch die landwirthschaftlichen Erfahrungen und Kenntnisse vermehrt werden, zu veranlassen. Da die eingesandte Abhandlung in dieser Beziehung allen Anforderungen entspricht, so ertheilt sie ihr den Preis und hofft, dafs der Verfasser durch diese öffentliche Anerkennung veranlafst und aufgemuntert werde, auf dem eingeschlagenen Wege theils seine Untersuchungen fortzusetzen und weiter auszudehnen, theils auch fremde einer gründlicheren Prüfung zu unterwerfen, als es ihm in der kurzen Zeit möglich war. Die Eröffnung des beigefügten Zettels ergab als Verfasser den Herrn Dr. Franz Schulze, Lehrer an der Königl. Staats- und landwirthschaftlichen Akademie zu Eldena.

Nächstdem trug Hr. Böckh dasjenige vor, was sich auf die Preisaufgaben der philosophisch-historischen Klasse bezog. Dieselbe

hatte auf das Jahr 1841 in der öffentlichen Sitzung am Leibnitzischen Jahrestage, den 5. Juli 1838, folgende Preisaufgabe bekannt gemacht:

„Die Formen der Kirchen- und Staats-Verfassungen stehen in ge-
„genseitiger Verbindung und Wechselwirkung; sie haben gleichzei-
„tig oder abwechselnd die Thätigkeit der ausgezeichnetsten Geister
„in Anspruch genommen und das allgemeinste Interesse erregt.
„Im 18ten Jahrhundert ward vorzugsweise eine Erneuerung und
„Umgestaltung der Staats-Verfassungen, im 15ten der Kirchen-Ver-
„fassung versucht. Zwischen beiden Versuchen finden sowohl Ähn-
„lichkeiten als Unähnlichkeiten statt; jedenfalls dürfte eine ge-
„schichtliche und kritische Darstellung und Vergleichung so anzie-
„hend als lehrreich sein. Die Königl. Akademie hat es deshalb
„für angemessen gehalten, die Thätigkeit der Sachverständigen
„durch Aufstellung einer Preisaufgabe diesen Gegenständen zuzu-
„wenden. Sie wünscht also:

„„erstens, eine geschichtliche Darstellung jener Versuche, die
„„Kirchen-Verfassung im 15ten Jahrhundert zu befestigen, zu
„„erneuen oder umzugestalten. Mit Weglassung alles Theolo-
„„gischen und Dogmatischen würde also von den Gründen und
„„der Art der Berufung der grofsen Kirchen-Versammlungen,
„„ihren Ansprüchen und Rechten, ihrem Verhältnisse zu Pabst,
„„Geistlichkeit und Laienwelt, ihrer Geschäftsführung, dem Ab-
„„stimmen und Beschliefsen, kurz von Allem zu handeln sein,
„„was die zum Theil gleichartigen, zum Theil unter einander
„„abweichenden Formen und Zwecke der Konzilien von Pisa,
„„Kostnitz und Basel betrifft. Rückblicke auf die früheren und
„„Hinblicke auf die späteren Zeiten dürften zur gründlichen Er-
„„örterung des Gegenstandes beitragen. Mit dieser geschichtli-
„„chen Entwickelung ist zweitens eine Untersuchung der leiten-
„„den Grundsätze und eine Beurtheilung ihrer praktischen An-
„„wendbarkeit zu verbinden. Von hier aus bietet sich drittens

„ „Gelegenheit dar zu einer Vergleichung jener Bestrebungen des
„ „15ten Jahrhunderts mit den staatsrechtlichen der folgenden
„ „Jahrhunderte, damit sich zuletzt ergebe, ob und was im All-
„ „gemeinen oder Besonderen für eine oder für alle Zeiten als
„ „Wahrheit und Fortschritt, oder als Irrthum und Rückschritt
„ „zu bezeichnen, und welcher echte Gewinn der Wissenschaft
„ „und der Menschheit überhaupt daraus erwachsen sei." "

Zur Lösung dieser Aufgabe, für welche der gewöhnliche Preis von 100 Dukaten ausgesetzt war, ist keine Abhandlung eingegangen. Die Klasse hat daher beschlossen, da diese Aufgabe nicht minder wissenschaftlich bedeutend als zeitgemäfs ist, dieselbe unabhängig von der Reihefolge der von der Akademie zu stellenden Preisfragen unter Aussetzung desselben Preises noch ein Mal zu stellen. Die Frist für die Einsendung der Beantwortungen, welche in Deutscher, Lateinischer oder Französischer Sprache geschrieben sein können, ist der 1. März 1844. Jede Bewerbungsschrift ist mit einem Wahlspruche zu versehen, und derselbe auf der äufsersten Seite des versiegelten Zettels, welcher den Namen des Verfassers enthält, zu wiederholen. Die Ertheilung des Preises geschieht in der öffentlichen Sitzung am Leibnitzischen Jahrestage im Monat Julius des gedachten Jahres.

Aus dem von Hrn. v. Miloszewski gestifteten Legate für Preisfragen zur Untersuchung philosophischer Wahrheiten stellt die philosophisch-historische Klasse aufserdem als Aufgabe:

„Die genetische Entwickelung der Gegensätze des Nomi-
„nalismus und Realismus nach ihren verschiedenen Sta-
„dien."

Sie fordert die Bewerber insbesondere auf, die Bedeutung dieses Gegensatzes für die Geschichte der Philosophie im Mittelalter genau zu erforschen; den Zusammenhang, in welchem diese Richtungen mit der Geistes-Eigenthümlichkeit und den Systemen der Stifter und Repräsentanten der verschiedenen Schulen stehen, mit sorgfältiger Benutzung der Quellen darzustellen; diesen Gegensatz mit dem des

Idealismus und Realismus, des Rationalismus und Empirismus zu vergleichen; die wahren und scheinbaren, die innerlichen und äufseren Ursachen davon zu erforschen, woher gerade diese Form des Gegensatzes die Geister des Mittelalters so viel beschäftigte; den Einfluſs dieses Gegensatzes auf die philosophischen und theologischen Streitigkeiten und die groſsen Geistesbewegungen des Mittelalters mit Unterscheidung des Nothwendigen und Zufälligen aus einander zu setzen. Die Frist für die Einsendung der Beantwortungen dieser Preisfrage, welche ebenfalls in Deutscher, Lateinischer oder Französischer Sprache geschrieben sein können, und für welche in Rücksicht der Bezeichnung und des beizufügenden versiegelten Zettels dasselbe wie für die vorhergehende Aufgabe gilt, ist der 1. März 1844. Die Ertheilung des Preises von 100 Dukaten erfolgt in der öffentlichen Sitzung am Leibnitzischen Jahrestage im Monat Julius des gedachten Jahres.

Über beide Preisaufgaben ist nächstdem ein besonderes Programm in Deutscher und Lateinischer Sprache erschienen.

Die öffentliche Sitzung zur Feier des Geburtstages Sr. Majestät des Königs am 21. Oktober wurde durch den vorsitzenden Sekretar Hrn. v. Raumer mit einer Rede eröffnet, in der er erzählte, in wie mannigfacher Weise Se. Majestät der Akademie bereits Ihre Huld und Theilnahme zu erkennen gegeben, durch persönliche Anwesenheit, ehrenvolle Aufträge, Berufung ausgezeichneter Männer u. s. w. Ferner machte Hr. v. Raumer aufmerksam auf die Stellung und Bedeutung der Akademie als einer Korporation und auf ihr Verhältniſs zu andern Ständen und Körperschaften.

Hierauf las Herr Steffens seine Abhandlung über Jordanus Brunus.

Zu wissenschaftlichen Zwecken hat die Akademie in gegenwärtigem Jahr folgende Summen bewilligt:

Hrn. Panofka 400 Rthlr. gegen Ablieferung von 20 Exemplaren

seines Werkes über die vorzüglichsten Terrakotten der hiesigen Königl. Museen.

Hrn. Böckh als Hauptredacteur des *Corpus Inscriptionum Graecarum* 200 Rthlr. und Hrn. Prof. Franz für seine Mühwaltung bei der Ausarbeitung dieses Werkes 400 Rthlr.

Hrn. Dr. Bremiker 200 Rthlr. zur Vollendung der drei im vorigen Jahr von ihm angefangenen Blätter der akademischen Sternkarten.

Hrn. Crelle die Wiedererstattung der aufgewandten Kosten bei der Aufsuchung der Theiler aller Zahlen zwischen 3 und 6 Millionen.

Hrn. Dr. Rammelsberg 100 Rthlr. zur Fortsetzung seiner Untersuchungen über das Brom.

400 Rthlr. für Sternkarten.

400 Rthlr. Hrn. Poggendorff für physikalische Apparate.

Subscriptionsgelder für 20 Exemplare des Werkes des Hrn. Dr. Lepsius: Sammlung Umbrischer und Oskischer Inschriften.

Se. Majestät der König haben zu Anfange dieses Jahres der Akademie der Wissenschaften die Herausgabe der Schriften Friedrichs II. übertragen. Die Akademie hat zu dem Ende eine Commission ernannt, an deren Spitze Hr. Böckh steht.

Zu Mitgliedern und Correspondenten sind im Jahre 1841 erwählt worden:

Zu ordentlichen Mitgliedern der philosophisch-historischen Klasse:

Hr. Jacob Grimm, bisheriges auswärtiges Mitglied seit dem 7. Mai 1832 trat in Folge seiner Hieherberufung als ordentliches Mitglied ein.

Hr. von der Hagen » Wilh. Grimm, bisher Correspondent » Schott » H. E. Dirksen	erwählt am 11. Febr. und bestätigt durch die Königl. Kabinets-Ordre vom 9. März.

Zu Correspondenten der physikalisch-mathematischen Klasse:

Hr. Fechner in Leipzig » Kämtz in Halle » Sefström in Stockholm » C. T. E. von Siebold in Erlangen » Rud. Wagner in Göttingen	erwählt am 25. März.

In diesem Jahr legte Hr. Erman sein seit beinahe 30 Jahren verwaltetes Sekretariat der physikalischen Klasse nieder.

Gestorben sind im Jahre 1841:

Hr. Graff, ordentl. Mitglied der philosophisch-historischen Klasse.
» de Candolle in Genf, Correspondent der physikalisch-mathematischen Klasse.
» Cattaneo in Mailand, Correspondent der philosophisch-historischen Klasse.

Verzeichniſs
der Mitglieder und Correspondenten der Akademie.
December 1841.

I. Ordentliche Mitglieder.

Physikalisch-mathematische Klasse.

	Datum der Königl. Bestätigung.			Datum der Königl. Bestätigung.	
Herr *Grüson*, Veteran	1798	Febr. 22.	Herr *Crelle*	1827	Aug. 23.
- *A. v. Humboldt*	1800	Aug. 4.	- *Horkel*	1830	Jan. 11.
- *Eytelwein*, Veteran	1803	Jan. 27.	- *Klug*	1830	Jan. 11.
- *v. Buch*	1806	März 27.	- *Kunth*	1830	Jan. 11.
- *Erman*, Veteran	1806	März 27.	- *Dirichlet*	1832	Febr. 13.
- *Lichtenstein*, Veteran	1814	Mai 14.	- *H. Rose*	1832	Febr. 13.
- *Weiſs*	1815	Mai 3.	- *Müller*	1834	Juli 16.
- *Link*	1815	Juli 15.	- *G. Rose*	1834	Juli 16.
- *Mitscherlich*	1822	Febr. 7.	- *Steiner*	1834	Juli 16.
- *Karsten*	1822	April 18.	- *v. Olfers*	1837	Jan. 4.
- *Encke*, Sekretar	1825	Juni 21.	- *Dove*	1837	Jan. 4.
- *Dirksen (E. H.)*	1825	Juni 21.	- *Poggendorff*	1839	Febr. 4.
- *Ehrenberg*	1827	Juni 18.	- *Magnus*	1840	Jan. 27.

Philosophisch-historische Klasse.

Herr *Ideler*, Veteran	1810	April 7.	Herr *Ranke*	1832	Febr. 13.
- *v. Savigny*, Veteran	1811	April 29.	- *Jac. Grimm*	1832	Mai 7.
- *Böckh*, Veteran, Sekretar	1814	Mai 14.	- *Zumpt*	1835	März 12.
- *Bekker*	1815	Mai 3.	- *Steffens*	1835	März 12.
- *Ritter*	1822	April 18.	- *Gerhard*	1835	März 12.
- *Bopp*	1822	April 18.	- *Panofka*	1836	April 5.
- *v. Raumer*, Sekretar	1827	Juni 18.	- *Neander*	1839	März 14.
- *Meineke*	1830	Juni 11.	- *von der Hagen*	1841	März 9.
- *Lachmann*	1830	Juni 11.	- *Wilh. Grimm*	1841	März 9.
- *Hoffmann*	1832	Febr. 13.	- *Schott*	1841	März 9.
- *Eichhorn*	1832	Febr. 13.	- *Dirksen (H. E.)*	1841	März 9.

II. Auswärtige Mitglieder.

Physikalisch-mathematische Klasse.

	Datum der Königl Bestätigung	
Herr *Gaufs* in Göttingen	1810	Juli 18.
- *Bessel* in Königsberg	1812	Juli 16.
- Freih. *v. Berzelius* in Stockholm	1825	Juni 28.
- *Arago* in Paris	1828	Jan. 4.
- *Robert Brown* in London	1834	März 20.
- *Cauchy* in Paris	1836	April 5.
- *C. G. I. Jacobi* in Königsberg	1836	April 5.
- *Herschel* in Hawkhurst in der Grafschaft Kent	1839	Febr. 4.

Philosophisch-historische Klasse.

Herr *Gottfried Hermann* in Leipzig	1820	Sept. 3.
- *A. W. v. Schlegel* in Bonn	1822	April 18.
- *Heeren* in Göttingen	1831	Jan. 4.
- *H. Ritter* in Göttingen	1832	Febr. 13.
- *Letronne* in Paris	1832	Mai 7.
- *Cousin* in Paris	1832	Mai 7.
- *v. Schelling* in München	1832	Mai 7.
- *Lobeck* in Königsberg	1832	Mai 7.
- *Jacobs* in Gotha	1832	Mai 7.
- *H. H. Wilson* in Oxford	1839	April 21.
- *Guizot* in Paris	1840	Dec. 14.

III. Ehren-Mitglieder.

Herr *Imbert Delonnes* in Paris	1801	Oct. 22.
- Graf *v. Hoffmansegg* in Dresden	1815	Mai 3.
- *William Hamilton* in London	1815	Juni 22.
- *Leake* in London	1815	Juni 22.
- Gen.-Lieutenant Freih. *v. Minutoli* in Berlin	1820	Mai 5.
- General d. Infant. Freih. *v. Müffling* in Berlin	1823	Juni 23.
- *v. Hisinger* auf Skinskatteberg bei Köping in Schweden	1828	Jan. 4.
- *v. Lindenau* in Dresden	1828	Jan. 4.

	Datum der Königl Bestätigung.	
Herr *Bunsen* in London	1835	Jan. 7.
- Duca *di Serradifalco* in Palermo	1836	Juli 29.
- Graf *zu Münster* in Baireuth . . .	1837	Jan. 4.
- *Prokesch von Osten* in Athen . . .	1839	März 14.
- Duc *de Luynes* in Paris	1840	Dec. 14.

IV. Correspondenten.

Für die physikalisch-mathematische Klasse.

	Datum der Wahl	
Herr *Agassiz* in Neuchâtel	1836	März 24.
- *Biddel Airy* in Greenwich	1834	Juni 5.
- *Amici* in Florenz	1836	Dec. 1.
- *Argelander* in Bonn	1836	März 24.
- *v. Baer* in St. Petersburg	1834	Febr. 13.
- *Becquerel* in Paris	1835	Febr. 19.
- *P. Berthier* in Paris	1829	Dec. 10.
- *Biot* in Paris	1820	Juni 1.
- *Brandt* in St. Petersburg	1839	Dec. 19.
- *Brewster* in Edinburg	1827	Dec. 13.
- *Adolphe Brongniart* in Paris . . .	1835	Mai 7.
- *Alexandre Brongniart* in Paris . .	1827	Dec. 13.
- *Carlini* in Mailand	1826	Juni 22.
- *Carus* in Dresden	1827	Dec. 13.
- *Chevreul* in Paris	1834	Juni 5.
- *Configliacchi* in Pavia	1818	Juni 25.
- *Dalton* in Manchester	1827	Dec. 13.
- *Döbereiner* in Jena	1835	Febr. 19.
- *Dufrénoy* in Paris	1835	Febr. 19.
- *I. B. Dumas* in Paris	1834	Juni 5.
- *Élie de Beaumont* in Paris	1827	Dec. 13.
- *Faraday* in London	1833	Juni 20.
- *Fechner* in Leipzig	1841	März 25.
- *F. E. L. Fischer* in St. Petersburg	1832	Jan. 19.
- *Gotthelf Fischer* in Moskau	1832	Jan. 19.
- *Flauti* in Neapel	1829	Dec. 10.
- *Freiesleben* in Freiberg	1827	Dec. 13.

Über

PRODUCTUS oder LEPTAENA.

Von
Hrn. v. BUCH.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 28. October 1841.]

Die erstaunenswürdige Thatsache, dafs die Folge oder das ursprüngliche Aufeinanderliegen der Gebirgsschichten, aus welchen die Oberfläche des Erdballs gebildet ist, auf das Bestimmteste aus den organischen Resten erkannt werden kann, welche von diesen Schichten eingehüllt werden, eröffnet so wichtige und so überraschende Schlufsfolgen, dafs eben deshalb die ganze Thätigkeit der Geognosten seit einer Reihe von Jahren fortdauernd sich dahin gerichtet hat, überall neue Beobachtungen zu sammeln, welche diese Thatsache immer mehr in hellem und klarem Lichte hervortreten lassen.

Was kann auch erregender sein, als die immer fortgesetzte Entdeckung einer ganz neuen Schöpfung, fast in jeder Schicht, die uns Gestalten vorführt, durch welche häufig die innere Einrichtung, der Zweck und man möchte sagen, die Geschichte dieser inneren Organisation der noch lebenden Geschöpfe erst begreiflich und anschaulich wird! Was kann festhaltender sein, als wenn wir, durch Beobachtungen, uns immer mehr überzeugen müssen, wie wenige Muscheln oder andere organische Reste im Stande sind, uns durch das Labyrinth der so oft durch einander geworfenen, zersprengten, übergestürzten oder gänzlich zerrissenen Schichten in den Gebirgen, so sicher zu leiten, dafs sie sogar zu praktischen Anwendungen benutzt werden können. In der That glaubt auch wirklich schon selbst der denkende Bergmann, dafs er zu seinen Beschäftigungen der Paläontologie gar nicht entbehren könne, was vor dreifsig Jahren Niemandem hätte in den Sinn kommen können, und mit Recht für Aberwitz gehalten worden sein würde.

Die Producten gehören zu den organischen Formen, welche solche Betrachtungen in hohem Maafse und mehr als viele andere erregen; denn an

sich schon, als Gestalten, welche lebend nie wieder vorkommen und schon sehr früh aus der Schöpfung verschwinden, der höchsten Aufmerksamkeit würdig, werden sie es eben so sehr durch die Bestimmtheit, mit welcher sie die Formation oder Bildung bezeichnen, welche der Hauptformation der Steinkohlen unmittelbar zur Grundlage dient, und diese von älteren Transitionsgebirgsarten trennt. Sollte man daher nicht glauben, daſs sie schon längst mit allen ihren Eigenthümlichkeiten erforscht und beschrieben sein müſsten. Sollte man nicht denken, daſs bei dem regen Eifer der Naturforscher, sie aus allen Theilen der Welt zusammenzubringen, man gar nicht in Zweifel sein könne, in wieviel Arten sich das ganze Geschlecht zerspalte oder auch durch welche Merkmale und Eigenthümlichkeiten es sich wesentlich von allen ähnlichen Geschlechtern unterscheide! — Allein noch hat kein Zologe sich mit diesen Formen ernstlich beschäftigt, denn noch immer wendet er sich mit Widerwillen von der Paläontologie zurück, und noch immer findet man die ausgedehntesten und reichsten Sammlungen von Versteinerungen, nicht wo man sie erwarten sollte, mit den zoologischen Sammlungen vereinigt, sondern, höchst widersinniger Weise, als Theile der Mineralogie aufgeführt. — Dennoch hat man kaum den Muth, diese Nichtachtung dem Zoologen vorzuwerfen, wenn man sieht, mit welcher Leichtfertigkeit, mit welcher Unbesonnenheit und Mangel an Beurtheilung die Geognosten aus jedem, einer organischen Form ähnlichen Bruchstück eine Art oder gar ein Geschlecht bilden, und glauben einen groſsen Ruhm erreicht zu haben, wenn sie die Menge der neu benannten Arten zu Hunderten zu zählen vermögen! Was würde man wohl von einem Zoologen denken, der einen Fuchs beschriebe, dann dem Thiere die Haut abzöge und das ausgebalgte Thier wieder als neue Art und mit einem neuen Namen aufführte. Dann das Skelet hervorzöge und dieses wieder, vielleicht die vordere Hälfte als ein eigenes Geschlecht, die hintere als ein anderes, verschiedenes angäbe, — so ist es doch gar vielen Petrefacten und unter ihnen ganz vorzüglich den Producten gegangen, und dennoch glaubt man diese Gestalten zu kennen!

Es ist einleuchtend, wie sehr der Geognost, dem einigermaſsen die Wahrheit am Herzen liegt, sich verwahren müsse, auf so unsicherer und so unüberlegt hingestellter Grundlage Schluſsfolgen zu bauen, welche in das Ganze der Gebirgslehre nothwendig eingreifen und groſse Verwirrung hervorbringen müssen. Es wird daher der Beitrag, den ich auszuführen beab-

sichtige, diese Verwirrung zu lösen, in soweit sie aus der Betrachtung der Producten entsteht, sollte er auch diesen Zweck nicht völlig erreichen, doch der Aufmerksamkeit der Naturforscher nicht unwürdig sein, um so mehr, da er sich den wohlwollend aufgenommenen Beschreibungen der von mir früher bearbeiteten Geschlechter der Brachiopoden, deren Kenntnifs für die Gebirgslehre so wichtig ist, anreiht und sie zu einem Ganzen verbindet.

Geschichte der Producten.

Es ist schwer zu bestimmen, wann die Kenntnifs irgend eines natürlichen Körpers angefangen habe, und wem diese Kenntnifs zugeschrieben werden müsse. Ist es der, welcher den Körper zuerst aus der Masse des Unbekannten hervorgezogen, oder der, welcher zuerst die besondere Natur und die Individualität dieser Körper erkannt hat, oder der, welcher zuerst für sie einen besonderen Namen erfand? Offenbar würde man sich weder für den Finder, noch für den Namengeber entscheiden, sondern für den Naturforscher, der zuerst das Besondere zu erkennen gelehrt hat, wodurch sich das Geschöpf von allen ähnlichen wesentlich absondert und unterscheidet. Aber diese Kenntnifs tritt nur sehr langsam und allmälig hervor, und bleibt mit sehr Vielem vermengt, was man im Laufe der Zeiten als Irrthum erkennen mufs; es ist daher gar häufig anzugeben kaum möglich, in welchen Zeitpunkt die erste Entdeckung eines Naturprodukts zu setzen sein möge. So auch mit den Producten. Als Walch 1780 im Naturforscher (St. 14) die Gryphiten von Gera beschrieb, und auseinandersetzte, wie die langen Stacheln, welche von diesen Gryphiten ausgiengen, sich auf anderen Gryphiten nicht fänden, und gar richtig und gut bemerkte, dafs diese sogenannten Stacheln als Röhren angesehen werden müfsten, welche von innen heraus fortwachsen, was eigentliche Stacheln nicht thun, so hatte der Mann doch etwas so wesentliches und ausgezeichnetes der Producten angegeben und beschrieben, dafs man ihn unmöglich übergehen kann, wenn von Entdeckern dieser Gestalten die Rede ist. Er hatte jedoch seine Beobachtung auf andere Formen nicht ausgedehnt, und dadurch blieb die von ihm beschriebene Muschel, selbst in Schlottheim's Werk, immer mit den Gryphiten vereinigt. Dafs Schlottheim selbst anderen Arten von Producten einige Aufmerksamkeit zugewandt habe, ist aus seinem Buche nicht ersichtlich, und nur in den viel

später (1822) erschienenen Nachträgen erwähnt er, dafs Martini (Conch. Cab. P. VII, T. 63, F. 605) unter dem Namen eines Anomiten von Namur eine Muschel abgebildet habe, welche in dem Kupferwerk der *Encyclopedie méthodique* von Bruguières copirt und als Arca aufgeführt worden war. Auch Schlottheim selbst giebt von seinem Exemplar eine neue Figur, als *Anomia thecaria.* Sie ist gegenwärtig als *Productus punctatus* bekannt. So bleibt also auch hier, wie bei Spirifer, das gröfsere Verdienst für Bekanntmachung und Erkennung dieser Gestalten dem Naturforscher William Martin von Derbyshire, nach mehr als vierzig Jahren immer noch dem genauesten und gründlichsten aller Petrefactologen in England. Ohnerachtet auch er noch von Anomien redet, so stellt er sie doch mit Terebrateln und Spirifer nahe zusammen, und zeigt dadurch, wie sehr gut er ihre nahe Verwandtschaft erkannte. Aber das gerade Schlofs sagt er, und die Nichtdurchbohrung, oder vielmehr das fehlende Heftband in der gröfseren Schaale unterscheidet diese Anomien als besondere Section, oder als ein besonderes Geschlecht. Dafs an vielen Arten die Oberschaale so bedeutend über die flache oder eingesenkte Unterschaale herabhängt, war ihm besonders merkwürdig und er gab deshalb von der ausgezeichnetsten dieser Arten eine treffliche Figur und nannte sie *Anomites productus.* Sie führt gegenwärtig seinen Namen *Productus Martini.* — Sowerby, durch ihn geleitet, und durch Übersendung vieler ähnlichen Muscheln aus Schottland durch den Geistlichen Fleming aufgefordert, machte sie schon sehr früh zu Gegenständen seiner Bearbeitung. Sie gehören zu den ersten, welche er in seinem bekannten Werke abgebildet hat, und erschienen schon 1814, welches doch Martin nicht mehr erlebte. Sowerby bemerkt, dafs sie zu Anomien nicht gerechnet werden könnten, sondern als ein eigenes Geschlecht aufgeführt werden müfsten, und Fleming rieth ihm, dieses Geschlecht nach dem Entdecker Martinia zu nennen. Leider aber glaubte Sowerby der Name Productus sei bezeichnender und vorzuziehen; eine Meinung, welche spätere Naturforscher nicht mit ihm getheilt haben, theils wegen falscher Bildung des Namens, theils weil er auf einem ganz unwesentlichen Kennzeichen beruht. Selbst der Sohn glaubte 1822 Productus in Producta umändern zu müssen, wodurch denn doch nicht viel gebessert war. Dafs übrigens Sowerby die Producten den Brachiopoden zugerechnet habe, ersieht man weder aus seiner Charakteristik des Geschlechts, noch aus seinen Erläuterungen und

Beschreibungen, und daher kommt es denn, dafs er so viele Steinkerne, denen die äufsere Schaale fehlt, als eigene und verschiedene Arten beschrieben hat. Die innere Organisation der Brachiopoden würde einen so aufmerksamen und genauen Beobachter zuverlässig sehr bald gelehrt haben, auch in Steinkernen die mit Schaalen versehenen Arten wiederzuerkennen. Viel richtiger und bestimmter entwickelte Dalman in Stockholm die Verwandtschaft dieser Gestalten in seiner bekannten Abhandlung über Schwedische Terebrateln (1827). Ihm ist es schon gar nicht mehr zweifelhaft, dafs die Producten zu den Brachiopoden gehören. Aber mit dem Sowerby'schen Namen wenig zufrieden, verändert er ihn in Leptaena wegen der Dünnheit der Muschel, nicht der Schaale. Dafs er nicht blofs alle Schwedische Arten hierher rechnete, sondern auch alle Sowerby'sche Productus, selbst auch den Gryphiten aus dem Zechstein von Gera, beweist eine Anmerkung seiner Schrift (p. 10), in welcher alle diese Arten als Leptaena aufgeführt sind. Auch ist seine Charakteristik bestimmt genug, und im Ganzen wohl noch jetzt anwendbar: *Testa subaequivalvis, aequilatera, complanata, margine compresso flexo. Margo transversalis, rectilineus, latissimus, foramine destitutus. Valva altera dentibus cardinalibus duobus obtusis.* Das freilich war das Wesentliche, dafs sich keine Öffnung für den Austritt eines Heftbandes findet, wie bei Terebratula und Spirifer, daher auch keine Area, welches eine ganz verschiedene Lebensart und innere Organisation dieser Muscheln voraussetzt. Allein sonderbarer Weise sind alle von Dalman aufgeführte Leptänen den Producten wenig ähnlich, denn sie sind alle ohne Röhren am Rande, und sie scheinen mit einer deutlichen, wenn auch sehr niedrigen Area versehen zu sein. Ich habe sie deshalb schon längst in meiner Monographie von Delthyris als Orthisarten beschrieben, *Leptaena depressa, rugosa, euglypha, transversalis* Dalm. Doch ist es unläugbar, dafs sie einen Übergang zu den gröfseren Productus bilden, und wäre es erwiesen, dafs ein Heftband und die Öffnung es durchzulassen ihnen fehlt, so stehen sie offenbar dem Productus näher, als den Orthisarten. Es bleibt aufser ihnen für Schweden nur noch eine einzige Leptaena oder Productus übrig, *Leptaena lata* (*Terebratulites sarcinulatus* Schl.), und gerade eben diese ist von Dalman in ihrer wahren Natur nicht erkannt worden, sondern er hat sie, nach sehr unvollkommenen Exemplaren, als *Orthis striatella* beschrieben.

Im April 1828 liefs Hr. Höninghaufs in Crefeld ein Blatt stechen, auf welchem mehrere Productusarten von Visé und von Ratingen und Cromford an der Ruhr abgebildet sind, in der Absicht zu zeigen, wie man im Innern der Muschel ein Gerüst finde, dem des Innern der Terebrateln ganz ähnlich. Dieses Blatt ist weit vertheilt worden, und hat, nach Des Hayes' Zeugnifs (1832), die Französischen Naturforscher völlig überzeugt, dafs Productus zur Klasse der Brachiopoden gehöre (*Encyclop. méthodique. Article Productus*). Ferussac und Latreille hatten sie bisher den Austern nahe gestellt. Des Hayes meint, der Mangel eines Heftbandes erweise, dafs diese Mollusken einer freien Bewegung fähig gewesen sind, welches sie mehr zu einem besonderen Geschlecht erhebe, als alles, was Spirifer von Terebratula trenne. Schwerlich würden doch die Schaalen sich, wie fast immer, umwenden und sich an fremde Körper mit ihren Rändern herabhängen und anheften, wenn sie den Ort ihres Aufenthalts hätten verändern können oder mögen. Auch läfst sich diese freiwillige Ortsveränderung nicht gut voraussetzen, wenn man sieht, wie Alles in der Muschel darauf berechnet zu sein scheint, die Schaalen so fest als möglich an einander zu schliefsen. Übrigens ist die Charakteristik, welche Des Hayes vom Productus giebt, weit weniger scharf und richtig, als die, welche Dalman fünf Jahre vor ihm gegeben hatte: ,,*Coquille inéquivalve, quelquefois symetrique* (sie ist es immer) *souvent inéquilaterale; valve supérieure* (die untere) *operculiforme plane ou concave; valve inférieure fort grande a crochet plus ou moins saillant, non perforé; charnière linéaire simple ou subarticulée dans le milieu, le plus souvent droite et transverse, rarement arquée; des apophyses branchus en arbuscule dans l'intérieur des valves.*'' Bronn, in der trefflichen Lethaea (1835), behandelt die Productus mit seiner gewöhnlichen Genauigkeit, Umsicht und Kritik. Er verwirft Sowerby's Benennung und entscheidet sich für eine aus Amerika gekommene, Strophomena, die doch weniger beachtet worden ist, als Dalman's Leptaena. ,,Der Productus'', sagt Bronn, ,,ist zweiklappig, ungleichklappig, gleichseitig, der Schlofsrand lang, gerade. Die gröfsere Klappe oder Schaale ist sehr convex, mit niedrigem, linearem Schlofsfelde und kleiner, halbkegelförmiger deltoider Öffnung (nicht Deltidium, wie Bronn sagt), in welcher ein kegelförmiger, innen getheilter Zahn der kleineren, flacheren oder concaven Klappe hineintritt''. Diese Zahnbildung ist in der That etwas für das ganze Geschlecht Wesentliches, welches genau mit

der inneren Einrichtung und mit dem Mangel eines Heftbandes zusammenhängt. — Phillips' höchst verdienstvolles und lehrreiches Werk über die Transitionsgebirge von Yorkshire erschien 1836. Durch ihn wurden vorzüglich die Producten den silurischen Schichten entzogen und dem Bergkalke zugewandt, welches ein bedeutender Fortschritt in der Gebirgslehre war. Im Besitz so vieler verschiedener Arten von Productus, denn er hat 23 verschiedene Arten beschrieben und abgebildet, hätte man nun durch ihn die genaueste Belehrung über diese Gestalten erwartet; allein es scheint, als habe er sich mit Untersuchung der Verwandtschaft der Formen dieser Mollusken und der Art und Weise, wie man sich ihre innere Einrichtung und ihre Lebensart vorstellen müsse, gar nicht, und nur allein mit Bildung von Arten beschäftigt, blofs nach den Verschiedenheiten, welche gar häufig nur aus dem verschiedenen Zustande der Erhaltung der Schaalen entsteht. — Im gegenwärtigen Jahr (1841) hat Hr. Phillips wiederum eine Menge versteinerter Muscheln aus Cornwall, Devonshire und Somerset und darinnen wieder viele, nach ihm neue, Arten von Productus beschrieben. Der Beschreibung dieser Arten geht eine allgemeine Übersicht der Brachiopoden voraus, welche die von mir in der Beschreibung der Terebrateln gegebene noch vollständiger entwickeln soll. Das Wesentlichste aber dieser Veränderung besteht in der Zerspaltung der Terebrateln in drei verschiedenen Abtheilungen oder Geschlechtern, welche Cleiothyris, Epithyris und Hypothyris genannt werden, nach sehr unwesentlichen, das Innere der Organisation gar nicht berührenden Kennzeichen, und hierdurch soll der Name der Terebratula gänzlich verschwinden. Von den Producten sagt Phillips nichts mehr, als dafs die gröfsere Schaale nicht durchbohrt sei, und dafs sie keine Area, wie Spirifer, besitze. Man kann daher die Fortschritte, welche die Kenntnifs der Productus oder der Leptaena, wie sie jetzt sogar auch der jüngere Sowerby nennt, soweit sie Phillips bearbeitet hat, nicht eben für sehr bedeutend ansehen. —

Von den Eigenschaften der Producten oder Leptänen.

Productus oder Leptaena ist eine Muschel aus der Klasse der Brachiopoden, daher symmetrisch in allen ihren Theilen und im Innern mit zwei Spiralarmen versehen, die am Rande mit Fran-

zen oder Wimpern besetzt sind. — Ihr eigenthümlich ist ein, in seiner ganzen Länge fort gerader Schlofsrand, horizontal, wenn die Schaalen mit ihrer Länge senkrecht stehen. Beide Schaalen stofsen am Schlofsrande eng zusammen, und sind ohne Spur von Area. In der Mitte des Schlosses treten zwei Zähne der Oberschaale divergirend hervor, und umfassen zwei eng mit einander zu einem Knöpfchen vereinigte Zähne der unteren Ventralschaale, Zähne, die durch eine sehr kleine dreieckige Öffnung in den Buckel oder Schnabel der oberen Schaale eindringen, und diese Öffnung völlig verschliefsen. Es geht durchaus kein Heftband aus dieser Öffnung hervor. Dagegen stehen hohle Röhren an der ganzen Länge des Schlosses hin, und häufig auch auf der Fläche der Oberschaale. Im Innern sind beide Schaalen mit einer grofsen Menge über die ganze Fläche des Innern zerstreuten (Branchien-) Spitzen bedeckt.

Die Producten unterscheiden sich daher von Spirifer und Orthis vorzüglich durch Mangel eines Heftbandes und durch fehlende Area. Was bei *Prod. comoïdes* oder *gigas* nicht selten eine Area zu sein scheint, (und als solche ist sie auch von Sowerby (Plat 329, *Prod. comoïdes*) und von Phillips (Yorkshire II, VIII, 6. *Prod. pugilis*) abgebildet), ist nur die innere Fläche des Ohres der Schaalen, keine fortwachsende Area, wie man sich leicht durch die an dieser Fläche heraufgehenden Röhren überzeugt und an ihrem Dichtaufeinanderliegen von beiden Seiten her. Aufserdem fehlen auch dem Productus die beiden inneren Lamellen oder auseinanderlaufenden Scheidewände, durch welche die Spiralarme der Spirifer genöthigt sind, sich nach entgegengesetzten Seiten hin zu verbreiten.

Die Producten oder Leptänen haben, fast ohne Ausnahme, ein so auffallendes Ansehen, einen ihnen so sehr eigenthümlichen Habitus, dafs man sie, auch ohne Aufsuchung der bestimmenden Kennzeichen, leicht von ähnlichen Gestalten unterscheidet. Vor allen ist die hohe, gewölbte Form der oberen Schaale sehr auffallend, und ihre feine, wenig regelmäfsige und allezeit gespaltene oder dichotomirende Streifung. Nie sieht man auf der Oberfläche scharfe oder gar einfache Falten, wie sie auf Spirifer ganz gewöhnlich sind, und fast immer sind die Streifen wellig gebogen, zu dicken Falten auf einander gelegt und auch wohl durch andere Falten ganz aufgeho-

	Datum der Wahl	
Herr *Fuchs* in München	1834	Febr. 13.
- *Gaudichaud* in Paris	1834	Febr. 13.
- *Gay-Lussac* in Paris	1812	
- *Gergonne* in Montpellier	1832	Jan. 19.
- *C. G. Gmelin* in Tübingen	1834	Febr. 13.
- *L. Gmelin* in Heidelberg	1827	Dec. 13.
- *Göppert* in Breslau	1839	Juni 6.
- *Thom. Graham* in London	1835	Febr. 19.
- *W. R. Hamilton* in Dublin	1839	Juni 6.
- *Hansen* in Gotha	1832	Jan. 19.
- *Hansteen* in Christiania	1827	Dec. 13.
- *Hausmann* in Göttingen	1812	
- *Hooker* in Glasgow	1834	Febr. 13.
- *Jameson* in Edinburg	1820	Juni 1.
- *Ivory* in London	1826	Juni 22.
- *Kämtz* in Halle	1841	März 25.
- *Kielmeyer* in Stuttgard	1812	
- *v. Krusenstern* in St. Petersburg	1827	Dec. 13.
- *Kummer* in Liegnitz	1839	Juni 6.
- *Lamé* in Paris	1838	Dec. 20.
- *Larrey* in Paris	1812	
- *v. Ledebour* in Dorpat	1832	Jan. 19.
- *Liebig* in Giefsen	1833	Juni 20.
- Graf *Libri* in Paris	1832	Jan. 19.
- *Lindley* in London	1834	Febr. 13.
- *Liouville* in Paris	1839	Dec. 19.
- *v. Martius* in München	1832	Jan. 19.
- *Melloni* in Neapel	1836	März 24.
- *Möbius* in Leipzig	1829	Dec. 10.
- *van Mons* in Löwen	1812	
- *Morin* in Metz	1839	Juni 6.
- *F. E. Neumann* in Königsberg	1833	Juni 20.
- *Oersted* in Kopenhagen	1820	Nov. 23.
- *Ohm* in Nürnberg	1839	Juni 6.
- *Otto* in Breslau	1832	Jan. 19.
- *R. Owen* in London	1836	März 24.
- *de Pambour* in Paris	1839	Juni 6.
- *Pfaff* in Kiel	1812	

	Datum der Wahl.	
Herr *Plana* in Turin	1832	Jan. 19.
- *Poncelet* in Paris	1832	Jan. 19.
- *de Pontécoulant* in Paris	1832	Jan. 19.
- *Presl* in Prag	1838	Mai 3.
- *Purkinje* in Breslau	1832	Jan. 19.
- *Quetelet* in Brüssel	1832	Jan. 19.
- *Rathke* in Königsberg	1834	Febr. 19.
- *Achille Richard* in Paris	1835	Mai 7.
. *de la Rive* in Genf	1835	Febr. 13.
- *Aug. de Saint-Hilaire* in Paris . .	1834	Febr. 13.
- *Jul. César de Savigny* in Paris . .	1826	April 13.
- *v. Schlechtendal* in Halle	1834	Febr. 13.
- *Schumacher* in Altona	1826	Juni 22.
- *Sefström* in Stockholm	1841	März 25.
- *Marcel de Serres* in Montpellier .	1826	April 13.
- *v. Siebold* in Erlangen	1841	März 25.
- *v. Stephan* in St. Petersburg . . .	1812	
- *Struve* in St. Petersburg	1832	Jan. 19.
- *Sturm* in Paris	1835	Febr. 19.
- *Tenore* in Neapel	1812	
- *Thénard* in Paris	1812	
- *Tiedemann* in Heidelberg	1812	
- *Tilesius* in Leipzig	1812	
- *Treviranus* in Bonn	1834	Febr. 13.
- *Aug. Valenciennes* in Paris	1836	März 24.
- *Rud. Wagner* in Göttingen	1841	März 25.
- *Wahlenberg* in Upsala	1814	März 17.
- *Wallich* in Calcutta	1832	Jan. 19.
- *E. H. Weber* in Leipzig	1827	Dec. 13.
- *W. E. Weber* in Göttingen	1834	Febr. 13.
- *Wöhler* in Göttingen	1833	Juni 20.

Für die philosophisch-historische Klasse.

Herr *Avellino* in Neapel	1812	
- Graf *Borghesi* in St. Marino	1836	Juni 23.
- *Brandis* in Bonn	1832	April 12.
- *Bröndsted* in Kopenhagen	1815	Juni 22.
- *Burnouf* in Paris	1837	Febr. 16.

	Datum der Wahl	
Herr *de Chambray* in Paris	1833	Juni 20.
- Graf *Clarac* in Paris	1821	Aug. 16.
- *Constantinus Oeconomus* in St. Petersburg	1832	Dec. 13.
- *Charl. Purton Cooper* in London	1836	Febr. 18.
- *Degérando* in Paris	1812	
- *Delbrück* in Bonn	1812	
- *v. Frähn* in St. Petersburg	1834	Dec. 4.
- *Freytag* in Bonn	1829	Dec. 10.
- *Fries* in Jena	1812	
- *Del Furia* in Florenz	1819	Febr. 4.
- *Geel* in Leyden	1836	Juni 23.
- *Geijer* in Upsala	1836	Juni 23.
- *Gesenius* in Halle	1826	Juni 22.
- Freih. *v. Hammer-Purgstall* in Wien	1814	März 17.
- *Hase* in Paris	1812	
- *Haughton* in London	1837	Febr. 16.
- *C. F. Hermann* in Marburg	1840	Nov. 5.
- *v. Hormayr* in Bremen	1829	Febr. 12.
- *Jomard* in Paris	1821	Aug. 16.
- *Kopitar* in Wien	1836	Juni 23.
- *Kosegarten* in Greifswald	1829	Dec. 10.
- *Linde* in Warschau	1812	
- *J. J. da Costa de Macedo* in Lissabon	1838	Febr. 15.
- *Madvig* in Kopenhagen	1836	Juni 23.
- *Finn Magnussen* in Kopenhagen	1836	Juni 23.
- *Mai* in Rom	1822	Febr. 28.
- *Meier* in Halle	1824	Juni 17.
Millingen in Florenz	1840	Febr. 13.
- *Mustoxides* in Corfu	1815	Juni 22.
- *de Navarrete* in Madrid	1836	Febr. 18.
- *C. F. Neumann* in München	1829	Dec. 10.
- *v. Orelli* in Zürich	1836	Juni 23.
- *Palgrave* in London	1836	Febr. 18.
- *Pertz* in Hannover	1840	Nov. 5.
- *Peyron* in Turin	1836	Febr. 18.
- *J. Pickering* in Boston	1840	Febr. 13.
- *Et. Quatremère* in Paris	1812	
- *Raoul-Rochette* in Paris	1832	April 12.

	Datum der Wahl	
Herr *v. Reiffenberg* in Brüssel	1837	Dec. 7.
- *Rosellini* in Pisa	1834	Febr. 13.
- *Rofs* in Athen	1836	Febr. 18.
- *Schaffarik* in Prag	1840	Febr. 13.
- *Schmeller* in München	1836	Febr. 18.
- *Schömann* in Greifswald	1824	Juni 17.
- *Simonde-Sismondi* in Genf	1812	
- *Thiersch* in München	1825	Juni 9.

Physikalische
Abhandlungen
der
Königlichen
Akademie der Wissenschaften
zu Berlin.

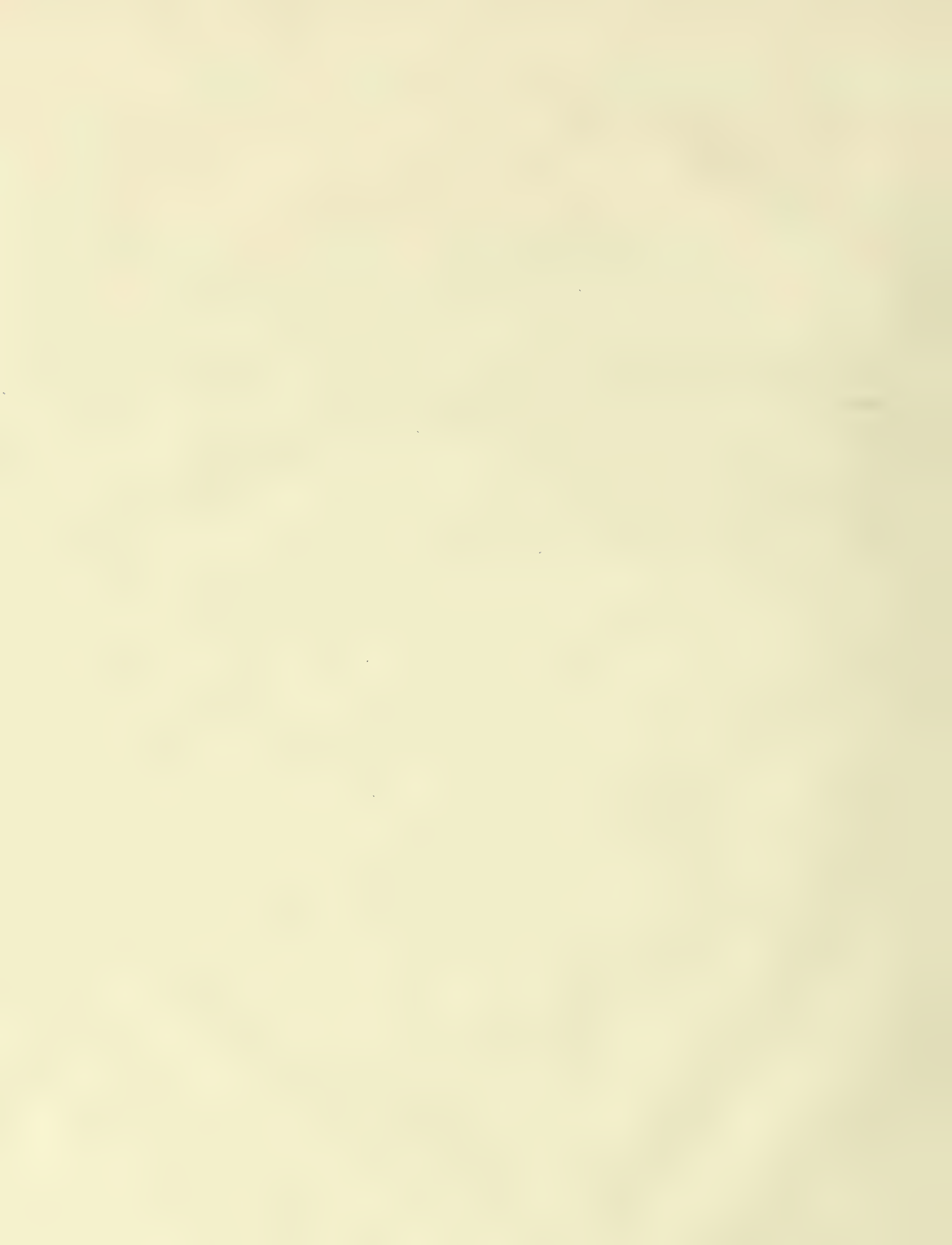
Aus dem Jahre
1841.

Berlin.
Gedruckt in der Druckerei der Königl. Akademie
der Wissenschaften.
1843.

In Commission bei F. Dümmler.



Inhalt.



ben und verdrückt. Diese Unregelmäfsigkeiten zeigen sich vorzüglich in dem unteren Theile der Schaalen, der tief herabhängt und vom Thiere selbst nichts mehr, als Respirationsorgane umschliefst. Daher entgeht diesem unteren Theile auch das Ansehn der Symmetrie, wodurch alle Brachiopodengeschlechter sich so besonders auszeichnen, und die auch bei allen Producten ohne Mühe aufgefunden werden kann. Und dieses vorzüglich im Innern, wenn die äufsere umhüllende Schaale abgehoben und das innere Gerüst dieser aufserordentlichen Thiere dargelegt worden ist. Das gelingt freilich nur selten, und nicht leicht kann man erwarten, alle Theile auf demselben Stück ganz deutlich hervortreten zu sehen; doch ist es möglich, durch Zusammensetzung aus dem, was man im Innern mehrerer Stücke bemerkt, sich eine klare Vorstellung der ganzen inneren Einrichtung zu verschaffen, und da sie bisher noch nirgends entwickelt worden, aber durch das Wenige, was man sah, zu sehr falschen Ansichten und Irrthümern verleitet hat, so ist es wohl nothwendig, darüber einige Worte zu sagen.

Das Gesetz, nach welchem die Organe anderer Brachiopoden, vorzüglich in Terebrateln und Spirifer, vertheilt sind, verläugnet sich auch bei den Producten nicht. Die hier eng zusammenstehenden, ja sogar an einander gehefteten Zähne der Unterschaale werden, wie in allen Brachiopoden von den Zähnen der Oberschaale umfafst, und tragen, wie überall, auch hier das ganze Knochengerüst schwebend im Freien. Eine Scheidewand geht zuvörderst aus der Mitte der Zähne bis zur Hälfte der Schaale, und entläfst in einiger Entfernung, von beiden Seiten das Gerüst, welches die Spiralarme unterstützt. Diese Spiralen wenden sich von Aufsen nach Innen und steigen mit ihrer Spitze gegen die Dorsalschaale herauf; sehr verschieden von Spirifer, wo diese Spiralen von der Mitte nach auswärts und auf einer, für beide Spiralen gleichen Spiralaxe fortgehen, aber ganz dem ähnlich, was wir in Orbicula sehen, selbst in denen noch lebenden Arten (cf. Owen.). Diese Arme drängen mächtig gegen die Oberschaale herauf, und sie sind es vorzüglich, durch welche diese Kerne oft wunderbare Formen erhalten. Sowerby hat viele solcher Kerne als eigene Arten aufgeführt, *Productus humerosus, calcus, personatus* und andere, ohnerachtet man ohne Mühe die Schaalen auffinden kann, welche zu solchen Kernen gehören, und welche die grofsen Vertiefungen im Innern verdecken und gröfstentheils ganz wieder ausgleichen. Auf der unteren, nie aber auf der oberen Schaale ziehen sich zwei glatte, glän-

zende, schmale Lamellen mit hervorstehendem Rande, divergirend von der mittleren Scheidewand, um die Basis der Arme. Wozu sie dienen, ist nicht recht deutlich, doch scheint es, als sei durch diese Lamellen den Armen, die darauf liegen, bei ihrem Anfange eine gröfsere Unterstützung gegeben. Hr. Höninghaufs hat sie fast auf allen seinenFiguren gezeichnet, woraus hervorgeht, dafs er nur Unterschaalen, nicht Oberschaalen hat abbilden lassen. — Zwischen den Buckeln der Arme und dem Schlofs erscheinen die ebenfalls von den Zähnen ausgehende, gegen die Seiten divergirende, mächtige, langgezogene Muskeleindrücke, welche sehr tief in die Oberschale eindringen, und auf den Kernen eine bedeutende Erhöhung bilden. Auf ihrer Oberfläche sind diese Eindrücke tief gestreift, senkrecht herab, offenbar von dem Eindruck der dicken Fasern, aus welchen der Muskel zusammengesetzt war. Man sieht, wie sehr das Thier besorgt gewesen, das Öffnen der Schaalen zu verhindern, und sie, wenigstens in dem oberen Theile, welcher die Ernährungsorgane enthält, fest an einander zu schliefsen. Auf der unteren Schaale sieht man doch nur wenig von dem Eindruck dieses Muskels und keine Längsfasern. Zwischen den Armen und dem Schlofs erscheint eine an der Scheidewand herablaufende, seitwärts in eine stumpfe Spitze auslaufende dreieckige Erhöhung, welche von ihrem Rande aus tief blattförmig eingeschnitten ist. Hr. Höninghaufs hat sie schön und richtig in vielen Figuren gezeichnet. Welches Organ sie hervorgebracht haben mag, ist schwer zu enträthseln. Doch findet sich diese sonderbare Gestalt nur allein auf der unteren Schaale, höher, unter der Oberschaale, ist es nur ein rauher, mit vielen kleinen Öffnungen versehener Eindruck. — Die ganze innere Fläche beider Schaalen ist vom Schnabel bis zum äufsersten Rande mit einer unglaublichen Menge Spitzen besetzt, welche oft wie dicke Thränen hinter einander fortliegen oder auch an die Spitzen eines Hermelinmantels erinnern. Sie sind bei allen Productusarten so auffallend, dafs sie schon allein hinreichen, einen Productus von ähnlichen Formen zu unterscheiden; und sie sind es, welche Phillips, wie auch Sowerby, verleitet haben, eine Menge Arten zu bilden, welche von anderen vorher bestimmten, aber noch mit ihrer Schaale versehenen Arten gar nicht abweichen. Dennoch ist es nichts, welches als etwas Ausschliefsliches den Producten zugerechnet werden könnte. Es sind, ziemlich offenbar, die verhärteten Wimpern oder Branchienansätze auf der inneren Seite, am Rande des Mantels, welche das Thier benutzt, aufserhalb des Mantels das Wasser in Be-

wegung zu setzen und es zu den Branchialgefäfsen zu führen, die auch in feinen Adern am Rande des Mantels sich endigen. Werden die Wimpern zu hart, so treten sie auf der inneren Seite des Mantels zurück, und neue Wimpern dringen hervor. Das ist eine Einrichtung, welche allen Brachiopoden gemein ist. Auf Terebrateln, vorzüglich auf den glatten, sind diese Wimpereindrücke, als unzählige kleine Poren, ganz deutlich, sobald die äufsere Schaale entfernt ist, und man wird sie, vorzüglich wenn man sie mit der Loupe aufsucht, niemals vermissen. Sowerby's *Terebratula punctata*, welche nur nach solchen etwas stärker hervortretenden Wimpereindrücken bestimmt ist, giebt von dieser Einrichtung ein sehr einleuchtendes Beispiel, und in der lebenden *Terebratula dorsata* erscheint im Innern der Schaale jede Spitze als der Mittelpunkt, von dem feinere Wimpern nach dem Rande auslaufen, in *Terebratula spinosa* treten diese Wimperspitzen sogar über die äufsere Oberfläche heraus. Es mag sein, dafs man nach Gröfse und Vertheilung dieser Spitzen bei den Productus Arten zu bestimmen vermag, doch gewifs nicht eher, als bis man sie genau mit ihrer äufseren Bekleidung verglichen hat.

Die sonderbaren Röhren, welche an den Schlofsrändern der Producten hervortreten, und zuweilen auch auf ihrer Oberschaale, sind ihnen bisher noch ganz allein eigen geblieben, und daher sind sie ganz auszeichnend für dieses Geschlecht. Sie scheinen eine Folge des festen Aneinanderschliefsens der Schaalen und des Mangels eines Heftbandes; denn da diese Erscheinungen immer mit einander verbunden sind, so müssen sie wohl von einander in Abhängigkeit stehen. Doch wird eine Befestigung durch diese Röhren sehr zweifelhaft, wenn man sieht, wie bei *Productus aculeatus*, dafs sie in Länge die ganze Muschel übertreffen. Walch hat sehr wohl bemerkt, dafs diese Röhren mit der Muschel immer fortwachsen, denn im Innern sind Anwachslamellen gar gut zu bemerken, und das unterscheidet sie ganz wesentlich von den Hermelinspitzen des Innern. Diese letzteren vergröfsern sich nicht, und wenn sie auch einen Theil der Schaale durchdringen, so bleiben sie doch in der Schaale versenkt, mit ihrer Länge gleichlaufend und mit der Spitze nach unten. Die Röhren dagegen steigen auf, von den unteren Rändern abgewandt, und sind sie abgebrochen und verloren, so zeigen doch ihre Narben eine völlig zirkelförmige Öffnung, senkrecht auf die Fläche der Schaale, wie das die Spitzen nie thun. — Auch werden Röhren, aufser am äufsersten Schlofsrande, niemals auf der Fläche der Unterschaale bemerkt,

dagegen aber bedecken die Spitzen das Innere der Unterschaale in gleicher Menge und mit derselben Vertheilung wie sie die Oberschaale beobachten läfst. — Da die Röhren sehr leicht abbrechen, so wie auch die Schlofsränder der Producten, so geschieht es wohl, dafs man sie sehr häufig vermifst, auch wohl dafs man sie an einigen Arten noch gar nicht aufgefunden hat, allein gewifs nur, weil die Schaalen nicht vollständig erhalten waren, da so leicht die obere Bedeckung verloren geht, oder weil man diese Arten nur nach Steinkernen zu bestimmen im Stande gewesen ist. Man hat diese Röhren an so verschiedenen Arten entdeckt, und an vielen, welche in so naher Verbindung mit solchen stehen, an welchen sie noch nicht aufgefunden worden sind, dafs man alle Analogie aufgeben müfste, wenn man die Allgemeinheit der Erscheinung für alle Productusarten bezweifeln wollte. — Phillips und Sowerby haben überall Röhren und Branchienspitzen mit einander verwechselt.

Endlich verdient auch wohl die lange Schleppe, welche die meisten Arten dieses Geschlechts hinter sich herziehen, unter ihren Eigenthümlichkeiten besonders ausgezeichnet zu werden. Nicht leicht ist eine ähnliche Erscheinung bei anderen Muscheln zu finden. Der Mantel, seit er das Gerüst der Arme verläfst, fällt sogleich herab; gewöhnlich im rechten Winkel gegen die Richtung vom Schnabel aus. Je mehr aber hierdurch die ganz flach und dünn aufeinanderliegenden Schaalen sich herabsenken, um so mehr drängen sich die oberen und wesentlicheren Theile des Thieres nach der entgegengesetzten Seite gegen das Schlofs. Auf diese Weise ist die Biegung des Schnabels und sein Eingreifen in die Unterschaale immer der Schleppenfortsetzung der unteren Ränder gemäfs und hält ihr gewissermaafsen das Gleichgewicht. Wie verschieden daher die Form des Ganzen sein müsse, ehe der Mantel sich herabgesenkt hat, in der ersten Jugend der Muschel, ist einleuchtend und klar. Der Schnabel wird dann nur noch wenig in die Unterschaale eingreifen, und das Mifsverhältnifs beider Schaalen wird weniger auffallend hervortreten.

Von der Eintheilung der Producten.

Könnten wir von allen Producten das Innere genau untersuchen, so würden wir über Eintheilungsgründe der Arten nicht in grofser Verlegenheit sein. Allein diese Untersuchung ist nur selten möglich und auch wohl nie-

mals vollständig genug. Die äufsere Form aber ist in derselben Art so vielen Veränderungen und Zufälligkeiten unterworfen, dafs man kaum wagen darf, sie in einer Beschreibung aufzunehmen, viel weniger noch Arten darnach zu bestimmen. Nach vielen Versuchen scheint es am zweckmäfsigsten, die Producten zuerst in solche einzutheilen, deren Oberschaale auf dem Rücken ohne Einsenkung völlig gewölbt ist, Dorsati, und solche, welche in der Mitte des Rückens durch eine flache und breite Furche getheilt sind, Lobati; eine Furche, welche durch die Entfernung der beiden aufsteigenden Kegel der Arme entsteht, zwischen welchen der Mantel und somit auch die Schaale einsinkt. Da diese gröfsere und geringere Entfernung nicht als aus einer wesentlich verschiedenen Organisation entsprungen angesehen werden kann, so ist es klar, dafs der ganze Eintheilungsgrund nicht sehr tief aufgefafst ist.

Die Streifen der Oberfläche der Schaalen gehören unstreitig zu den Hauptkennzeichen der Arten, um so mehr da nur wenige Arten ungestreift gefunden werden. Diese Streifen sind niemals dachförmig mit flachen Seiten, wie die Falten der Spirifer, sondern abgerundet wie Fäden. Sie sind immer getheilt in ihrem Fortlauf; allein auf zweierlei Art. Die Zertheilung geschieht nehmlich entweder 1) durch Einsetzung, oder 2) durch Zerspaltung. Im ersteren Falle, der Einsetzung, erscheint im Zwischenraum zweier Fäden ein schwacher Anfang eines neuen Fadens, der mit keinem der Fäden zur Seite zusammenhängt. Er wird bald stärker und erreicht in wenigem Fortlauf die Stärke seiner Nachbarn, welche er dann beibehält. Bei der Zertheilung durch Zerspaltung hingegen geschieht diese Theilung auf Kosten eines bestimmten Fadens oder Streifens. Er wird in der That in zwei Hälften zerspalten, von denen jede einen kleinen Raum fortzulaufen hat, ehe sie die ursprüngliche Breite wieder erreicht. *Productus giganteus* oder *comoïdes* ist hierdurch ohne Mühe vom *Productus antiquatus* oder *Martini* zu unterscheiden.

Auch die Anwachsstreifen sind ein vortreffliches Kennzeichen. Sie bilden, wo sie mit Längsstreifen deutlich und scharf hervortreten, ein sehr auffallendes Gitter auf der Oberschaale, allein, merkwürdig genug, immer nur so weit diese Oberschaale nicht umgebogen oder schleppenartig fortgezogen oder producirt ist. Auf dieser Schleppe selbst sind keine Anwachsstreifen zu finden. Es ist daher einleuchtend, dafs auch diese Production wohl Beachtung

verdient; doch bleibt ihre Betrachtung immer nur von sehr untergeordnetem Werthe. — Und so auch die Form des Ganzen. *Productus aculeatus* des Zechsteins findet sich quadratisch, oder langgezogen, oder fast kugelförmig und in vielerlei anderen Gestalten, ohne doch seine Natur zu verändern, welche aus der Lage und Vertheilung der Röhren und aus der völlig glatten Oberfläche mit Bestimmtheit erkannt wird. Das Verhältnifs von Länge und Breite kann daher bei diesen Muscheln nur mit grofser Behutsamkeit angewandt werden.

Ob die Form und die Vertheilung der Spitzen so wichtig sind, dafs nach ihnen Arten bestimmt werden können, ohne weder das innere Gerüst, noch die äufsere Oberfläche zu kennen, wie Sowerby und Phillips so oft gethan haben, ist doch sehr zu bezweifeln. Die Spitzen dringen freilich oft sehr tief in die Schaalen und stehen sogar über die äufsere Oberfläche hervor, und das mag wohl eine Art begründen können (*Productus spinulosus*); allein die Länge dieser Spitzen und ihre Menge ist sehr vielen Veränderlichkeiten ausgesetzt, wie das bald aus den Stücken, die an demselben Ort gefunden werden, deutlich hervorgeht.

Dagegen sind die Röhren am Schlofs von gröfserer Bedeutung; denn es scheinen unveränderliche und wesentliche Organe des Thieres zu sein, bald erscheinen doppelte Reihen von Röhren am Schlofs, eine auf jeder Schaale, bald sind es nur wenige in einfacher Reihe, dann wieder gar viele dicht neben einander, bald sind sie nur am Schlofsrande befindlich, dann wieder über die Oberschaale zerstreut oder gegen den Rand herunter in Reihen geordnet. Und diese Vertheilung scheint auf jeder Art ganz gleichmäfsig zu sein. Die Beschreibung oder die Kenntnifs einer Art kann daher nicht als vollständig angesehen werden, so lange die Lage und Vertheilung der Röhren auf ihrer Oberfläche unbekannt bleibt.

Nach diesen wesentlicheren und einigen anderen untergeordneten Kennzeichen habe ich die verschiedenen Arten der Producten so scharf als möglich zu umgränzen und zu beschreiben versucht, immer mit der Ansicht, dafs Alles von verschiedenen Orten, was in Hauptsachen übereinstimmt, als gleich angesehen werden müsse, und Alles, was in Kennzeichen von geringerem Werthe abweicht, nur als Abänderung angesehen werden könne. Petrefactologen, welche hierauf nicht achten, sind ganz solchen Naturforschern ähnlich, die eben so viele Menschenspecies annehmen wollten, als es Völker

in der Welt giebt. Ein Chinese gleicht zuverlässig einem Spanier weit weniger, als die meisten der Productusarten, die Phillips aufstellt, es unter sich thun. Die ganze Menge der bekannten Arten wird hierdurch um ein Bedeutendes vermindert, und statt einiger dreifsig werden sie die Zahl von acht oder zehn verschiedenen Arten kaum übersteigen.

Von der geognostischen Vertheilung der Producten.

Das eben macht die genaue Kenntnifs der verschiedenen Arten von Producten der Gebirgslehre so wichtig, dafs sie überhaupt nur auf eine gar schmale und enge Zone in der Reihe der Gebirgsarten eingeschränkt sind. Wo sie in Menge erscheinen, wo *Productus giganteus, comoïdes, antiquatus* in den Kalksteinen hervortreten, da ist man sehr gewifs von der grofsen Steinkohlenformation nicht sehr weit entfernt. In früheren, silurischen Schichten, selbst in den oberen sind sie nur selten, und können in ihnen fast nur als Fremdlinge angesehen werden, auch sind es keine von denen, die der schleppenartige Fortsatz der Schaalen so auffallend macht. In neueren Schichten aber, über dem Kohlengebirge, wird das ganze Vorkommen der Producten mit dem *Productus aculeatus* (*horridus, calvus, humerosus*) des Zechsteins (*magnesian limestone*) scharf und schneidend beendigt, und von der ganzen Form findet sich seitdem, und noch weniger in der lebenden Schöpfung irgend etwas ähnliches wieder. Man könnte daher die ganze Formation des Kohlenkalksteines sehr viel bezeichnender Producten- oder Leptänenkalk nennen; um so mehr, da er sich doch über grofse Räume ausdehnen kann, ohne dafs Steinkohlen darauf folgen, und wiederum es nicht eben nothwendig ist, dafs er jederzeit als Trennungsglied zwischen silurischen und Kohlenschichten wirklich vorkommen müsse. So ist er in der That in Deutschland recht selten. Es ist bekannt, welchen grofsen Raum die Transitionsgebirge in der Mitte von Deutschland einnehmen. Der gröfste Theil der Ardennen, des Hundsrücks, der Eyfel, des Westerwaldes, des Taunus, des Harzes, des Fichtelgebirges, des Voigtlandes sind daraus gebildet. Allein diese Transitionsschichten gehören überall zu älteren Bildungen. Unter allen mannigfaltigen Versteinerungen, welche darinnen vorkommen, finden sich keine Producten, und nur an den äufsersten Rändern erscheinen sie als einzeln für sich stehend und ohne Zusammenhang.

So sieht man sie in der Nähe von Hoff, bei Trogenau und bei Planschwitz, so bei Ratingen an der Ruhr, wo die Kohlenschichten ihnen in weniger Entfernung darauf folgen. Einen zusammenhängenden Productenkalk, Bergkalk oder Kohlenkalk würde man auf einer Karte Deutschlands gar nicht angeben können. Anders ist es, sobald man die Maas überschreitet; schon lange sind die Producten von Visé bei Maastricht, von Choquier, von Namur, von Dinant, von Tournay bekannt. Die Productenschichten begleiten hier die Kohlen ununterbrochen fort, und selbst am westlichsten Ende bei Boulogne erscheinen sie wieder. Sie bilden die östliche Begrenzung der grofsen Mulde, die sich über Belgien und dem gröfseren Theile von England und Schottland verbreitet und die in ihrem tiefsten Punkte vom Canal, wie von einer Axe, durchschnitten wird. — Eine ähnliche Mulde findet sich im Innern von Nordamerika wieder. Der Staat von New-York ist vom Atlantischen Meer bis zu den Kanadischen Seen von Productenkalkstein umgeben, und in gleicher Ausdehnung haben ihn Reisende und Amerikanische Geognosten an der westlichen Seite des Missouri gefunden. Den unermüdlichen tüchtigen Naturforschern Alcide d'Orbigny und Pentland verdankt man die Kenntnifs der grofsen Verbreitung eben dieses Productenkalksteins mit Producten, welche den Europäischen ganz ähnlich sind, auf der Höhe der Andes im Staat von Bolivia, an der östlichen Seite des Sees von Titicaca und bis zum Gipfel der höchsten Berge der Erde. Eine andere Mulde, der Westeuropäischen ähnlich, verbreitet sich in kolossalem Maafsstabe zwischen Finnland, dem südlichen Theile von Rufsland und dem Ural, und eben, wie in dieser, erscheint auch nun hier der Productenkalkstein in ungeheurer Ausdehnung fort. Viele aufmerksame und geistreiche Beobachter haben ihn von den Ufern des Eismeeres bis zum Ausflufs des Dniepr verfolgt, und die Resultate dieser Untersuchungen sind auf die anschaulichste Art auf den Charten aufgetragen, welche man dem Baron von Meyendorf, dem Herrn von Helmersen und vorzüglich der kritischen, umsichtigen und lehrreichen Arbeit des Herrn Adolph Erman verdankt. Deutschland und die Skandinavische Halbinsel bilden einen Damm zwischen diesen beiden Europäischen Mulden, welchen der Productenkalk in Deutschland kaum erreicht, in Schweden und Norwegen aber gar nicht. Denn in diesen Ländern, welche silurische Schichten bis zum Polarkreise aufweisen können, ist doch von Producten des Bergkalks noch keine Spur entdeckt

worden. — Eine Versuchsarbeit auf Kohlen in Schlesien hat vor wenigen Jahren bei Altwasser ohnweit Waldenburg eine Menge organischer Reste an den Tag gebracht, welche in einem kleinen Raume alles vereinigt zeigen, was in Rufsland auf so ausgedehnten Landstrichen aufgefunden worden ist; unter ihnen auch die Producten in gewaltiger Gröfse, und ähnliche erscheinen auf einem kleinen Punkte bei Neudorff in der Grafschaft Glatz und bei Falkenberg. Das sind die einzigen Orte ihres Vorkommens in Schlesien. In der Schweiz, in Italien hat man sie bisher noch nirgends gesehen, in den Alpen bis jetzt überhaupt nur allein ganz unerwartet zwischen Juraschichten am Fufse des Bleiberges in Kärnthen. Sehr viel von diesen Gesteinen mag durch Granithebungen zerstört oder in eine neue Form gebracht worden sein.

CLAVIS.

Producten oder Leptänen erscheinen:

1. Mit gewölbtem Rücken. DORSATI. 2.
Mit flachem oder eingesenktem Rücken. LOBATI. 11.

DORSATI.

2. Die Oberschaale schleppenartig herabhangend. Producirt. 3.
Die Oberschaale ohne schleppenartigen Fortsatz. Nicht Producirt. 5.
3. Die Production unsymmetrisch, vom höchst schmalen Schlofs aus, sehr lang und weit verbreitet. *Productus limaeformis.* (Nowgorod. Visé. Anglesea. *Lima waldaica.*)
Die Production wenig breiter, als das Schlofs, oder schmaler. 4.
4. Mit flachen, dünn aufeinanderliegenden Ohren am Schlofs. *Productus comoïdes.* (Visé. Bolland. Ratingen. Altwasser.) (*Pugilis* Ph.)
Mit dick aufgebläheten Ohren am Schlofs. *Productus giganteus* (*personatus, auritus* Ph. *Edilburghensis.* Ph.) (Nowgorod. Derbyshire.)
5. Mit Längsstreifen, welche über die Anwachsrunzeln hervortreten. 6.
Mit Anwachsringen oder Runzeln, welche die Längsstreifen verdecken. 9.
6. Schlofs um vieles breiter, als die Mitte der Schaale. *Productus latissimus.* (Alexin und Tarousa an der Okka. Czerna bei Krakau. Yorkshire.)
Schlofs kürzer, als die Mitte der Schaale. 7.
7. Ohne bemerkbare Anwachsringe. Querob-long. *Productus sarcinulatus.* Schlotth.: (*Leptaena lata.*) (Silurisch. Gothland. Eyfel. Wales, auch Ratingen.)
Mit Anwachsrunzeln oder Ringen. 8.
8. Mit feinen flachen Streifen. Queroval. *Productus Scoticus.*
Mit groben runden Streifen. *Productus margaritaceus.* (Visé.)
9. Mit dachförmigen entfernten Anwachsringen. *Productus fimbriatus.* (Sow. 459, 1.) (Refrath bei Bensberg, silurisch. Pafrath.)
Mit runden naheliegenden Anwachsrunzeln oder Streifen. 10.
10. Schlofs gröfser, als die Breite der Mitte der Schaale. *Productus spinulosus.* (Sow. 68, 3.) (Altwasser. Visé. Geroldstein.)
Schlofs schmaler, als die Breite der Mitte. *Productus aculeatus.* (Martin: 1808. Sow. 68, 4.)

LOBATI.

11. Die Oberschaale schleppenartig herabhangend. Producirt. 12.
Die Oberschaale ohne schleppenartigen Fortsatz. Nicht Producirt.
12. Rücken breit; am Schnabel nicht eingesenkt. 13.
Rücken bis in den Schnabel eingesenkt. 14.
13. Seiten mit dem Schnabel in gleicher Ebene. *Productus plicatilis.* (Sow. 459, 2.) (Ratingen. Visé. Donetz. Podolsk bei Moskau.)
Seiten herabhangend. *Productus Martini.*
14. Glatt. *Productus horridus* (*aculeatus* Schlotth.). (Zechstein Gera. Lauban. Büdingen. Durham.)
Quer- oder längsgestreift. 15.
15. Mit Längsstreifen, welche über die Anwachsrunzeln hervortreten. 16.
Mit Anwachsringen oder Runzeln, welche die Längsstreifen verdecken. *Productus punctatus.* (Sow. 823.) (Derbyshire. Visé. Alexin an der Okka. Cork.)
16. Längsstreifen rund, mit den Intervallen gleich breit. 17.
Längsstreifen breiter als die Intervalle. *Productus costatus* (*sulcatus* Sow. 560, 1. 319, 2.)
17. Stark gestreift, am Schnabel gegittert. 18.
Seidenartig gestreift. *Productus concinnus.*
18. Ohne bemerkbare Röhren auf dem Rükken. Grofs. *Productus antiquatus* (Sow. 317, 1-6.). (Ratingen. Visé. Kirilow.)
Vier Röhren im Halbkreis auf der unteren Hälfte des Rückens. *Productus lobatus* (Sow. 318, 2-5.). (Altwasser. Norden von England.)

DORSATI.

1. Productus *Gigas* oder *giganteus*.

Martin *Foss. Derb.* pl. 15. 16. Sowerby 320. Fischer Moskau T. XXI. Sowerby 561 *Pr. hemisphaericus*. Sow. 321 *Pr. personatus*. Innere Kern. Phillips VIII, 5. VII, 5 *Edilburghensis*. VII, 4 *auritus*.

Oft von der Gröfse einer mäfsigen Hirnschaale. Der breite Schlofsrand geht weit über die Schaalen und endigt sich mit zwei, nach oben hin sehr aufgebläheten Hörnern. Das den Producten gewöhnliche flache Ohr an den Seiten wird zu einer Wulst, mit welcher der obere Schlofsrand den unteren überragt und umfafst. — Der Rücken ist mächtig erhoben, halbkuglich sogar, und dadurch wird der Schnabel so tief hinabgedrückt, dafs eine Linie von der Spitze zum unteren Rande der Schleppe gar oft sehr nahe der Durchmesser einer Halbkugel wird, von welcher der Rücken die Oberfläche bildet. Feine Streifen laufen über die Schaalen; aber mit weniger Regelmäfsigkeit. Sie dichotomiren durch Einsetzung, laufen auch nicht selten wieder zusammen und werden von anderen Streifen verdrückt und zerstört. Dort, wo die Erhöhungen der Spiralarme sich endigen, allein nicht eher, wird die Schaale in dicke, unregelmäfsige, herabhängende Falten producirt, Falten, welche auf der langen Schleppe bald sich zertheilen, bald sich übereinanderlegen und eine unter der anderen verschwinden; ganz so wie man sie an einem von einer Wand herabhängenden breiten Teppich bemerken würde. Die beiden überaus stark längsgestreiften Muskeleindrücke unter der Oberschaale gehen, zu beiden Seiten, über die Erhöhungen der Spiralarme heraus. —

Mit Recht hat Martin diesen Productus den Namen des Riesigen gegeben; ihm kommt an Gröfe kein anderer gleich. In Breite sieht man ihn bis zu einem Fufs grofs; in Länge bis zu neun Zoll. Und doch ist es ein sehr kleines Thier im Verhältnifs dieser mächtigen Ausdehnung. Die Schaalen liegen so nahe über einander, dafs nicht ein Zoll, kaum noch ein halber Zoll für die Erhebung der Spiralarme übrig bleibt, und die wesentlichen Theile des Thieres, Ernährungsorgane, Ovarien, Leber und Spiralarme erfüllen nicht den dritten Theil der ganzen Ausdehnung der Schaale. — Das Aufgeblähete der Hörner unterscheidet besonders diese von ähnlichen Arten. Es entsteht daraus ein so starkes Herabbiegen der Schlofskante nach Innen, dafs ihr Rand gewöhnlich im Gestein versteckt bleibt; daher werden die Röhren auf diesem Rande nur selten hervortreten. — Mit einiger Aufmerksamkeit entdeckt man sie doch leicht in Menge, abgebro-

chen, glatten Dentalien gleich, im Gestein umherliegen. Ihre Narben stehen auf der Kante ziemlich entfernt von einander, vielleicht nur zehn auf jeder Seite, da ähnliche Arten bei gleicher Gröfse wohl doppelt so viel aufweisen können. Auch stehen nicht selten Röhrennarben auf dem Rücken der Schaale zerstreut; eine Gesetzmäfsigkeit läfst sich jedoch in ihrer Vertheilung nicht auffinden. — Die Anwachsrunzeln auf der oberen Fläche bis zur Schleppe sind sehr unregelmäfsig; sie laufen oft wieder zusammen, entstehen auch wohl erst in der Mitte. Wie gewöhnlich verschwinden sie auf dem producirten Theile. — Unter den sehr dicken gestreiften Schaalen erscheinen die Eindrücke der Branchienspitzen sehr gedrängt und in engen Linien neben einander; es ist ganz deutlich, wie diese Spitzen es sind, welche den Mantel zu feinen Streifen erheben und auf diese Art auch mit feinen Streifen die Schaalen bedecken.

Im Innern treten die längsgestreiften Muskeleindrücke weit über die Spiralarme seitwärts heraus, das ist für die Art sehr eigenthümlich.

In Rufsland glaubt man sich überzeugt zu haben (G. von Helmersen), dafs *Pr. giganteus* nur unteren Schichten des Kohlenkalkes eigenthümlich sei, in den oberen dagegen *Spirifer mosquensis* (*choristites*) ihn gleichsam vertrete. Beide fliehen sich, sagt Graf Keyserling. In der That stehen die Schichten, welche die Producten enthalten, den älteren Schichten viel näher, als die, in denen man sie vermifst. So finden sie sich, und wie es scheint, gar nicht selten zu Borowitschie an der Msta, Nowgorod, am Flusse Kamenka und am Flusse Belaja bei Podborje, beide in demselben Gouvernement. Und ganz kolossal südwärts von Moskau an der Okka bei Serpoukhoff, bei Taruga und Alexin im schwarzen Kalkstein, und wahrscheinlich unter dem weifsen, kreideartigen Kalkstein von Miatskowa und Podolsk, wo man diesen Productus nicht fand.

Auch in England scheint *Pr. giganteus* nur unteren, zum Theil mit Kohlen abwechselnden Schichten zu gehören, wenn auch die Englischen Geognosten dieses nicht ausdrücklich versichern. Aldstone Moor, Hawes, Askrigg, Dentdale, Bokeby, in Yorkshire, die Phillips anführt, werden alle von tieferen Schichten umgeben; dahin gehören auch die von Buxton in Derbyshire und Closeburn, Myniddcareg bei Kidwelly, Caermarthenshire, auch in Cumberland. Ganz so, wie in Borowitschie, erscheint er wieder bei Altwasser und Falckenberg in Schlesien, wenn auch weniger häufig, als die nahe verwandten Arten. — In den Catskill mountains, Albany und Lexington, New-York (Höninghaufs).

Mit aller Mühe ist es unmöglich, irgend etwas Wesentliches aufzufinden, was *Pr. giganteus* von *Pr. hemisphaericus* (Sow. 561. 328) als Art mit Bestimmtheit unterscheiden könnte. Sowerby sagt, es fehlten dem letzteren die (Branchien-) Spitzen, welche er doch selbst (F. 3) im Innern der Schaalen zeichnet; die Beschreibungen aber sind zu wenig scharf und absondernd, um leiten zu können.

2. Productus *comoïdes.*

T. I, F. 1. 2. 3.

Sow. 329. Phillips Yorkshire II, VII, 4. VIII, 6 *Pr. pugilis.*

Sehr grofs. Bis über acht Zoll in der Breite. Die Seiten des Schlofsrandes treten über die Schaale hervor, von beiden Seiten, als Flügel, die bis zur Erhebung der Oberschaale ganz flach und dünn sich herabziehen. Trennen sich nun beide Schaalen vom Flügel, so glaubt man eine flache bis zur Schlofsmitte fortsetzende Area zu sehen, auf welcher die Röhren wie senkrechte Streifen herabgehen. — Die Streifen der Flächen sind sehr fein, im Ganzen gleichlaufend und vorzüglich nur auf der Schleppe durch Einsetzung zertheilt. Sie sind doch auch haufig ganz wellenförmig, auf einander geworfen und im Fortlauf unter einander versteckt. Auf der Schleppe erheben sie sich, wenn auch nicht jederzeit, zu dicken Falten, wie an einem herabhängenden Teppich. Anwachsrunzeln durchschneiden die Längsstreifen in wenig concentrischen, oft in einander fliefsenden Kreisen. Viele kleine Röhren auf dem Schlofsrande, nahe an einander, wohl mehr als zwanzig auf jeder Seite.

Es ist schwer, hinreichend durchgreifende Merkmale zu finden, welche *Pr. comoïdes* wesentlich als Art von *Pr. giganteus* unterscheiden. Die feinen und gekämmten Streifen, welche dem ersteren besonders eigenthümlich sein sollen, erscheinen nur, wenn die weifse Schaale vollkommen erhalten, nicht aber, wenn sie abgesprengt und verloren ist, und das bemerkt man auf dieselbe Art bei *Pr. giganteus,* nur weniger häufig, wahrscheinlich weil die Schaale mehr gewölbt ist, und daher leichter abspringt. Es bleibt nur noch als entscheidend das flache Ohr, in welches der Schlofsrand auf jeder Seite ausläuft, und die falsche Area, welche erscheint, wenn Ober- und Unterschaale, wenigstens in diesem Theile, von einander getrennt sind. Sowerby hat diese Area auf allen seinen Figuren gezeichnet und findet darinnen auch, mit Recht, etwas Unterscheidendes für die Art; weniger hat sie Phillips beachtet (*Pr. pugilis*). Er begnügt sich anzuführen, dafs die Ohren scharf und mit Dornen besetzt sind. Allein besser ist die Zeichnung, auf welcher die Röhren, nicht Dornen oder Spitzen, erscheinen, wie sie auf der scheinbaren Area fortstehen, vom unteren Rande der Area herauf, wo sie zwischen beiden Schaalen versteckt bleiben, bis sie am oberen Rande hervortreten und sich verbreiten. Phillips' Zeichnung läfst übrigens auch noch gut beobachten, wie auf der Schleppe sich die Streifen zu dicken Falten erheben. — Die Menge der Röhren ist recht auffallend und mag um so mehr als Kennzeichen der Art hervorgehoben werden, da sie oder doch die zurückgebliebenen Reste am Rande, oder die Röhren, abgebrochen und im Gestein umherliegend, sich leicht beobachten

lassen. Auf einem Raume, auf welchem bei anderen Producten nur fünf oder sechs Röhren stehen, würden hier schon zwölf gezählt werden können.

Von *Pr. plicatilis,* wenn bei diesem die gitterartige Zeichnung des Rückens weniger hervortritt, unterscheidet sich *Pr. comoïdes* durch den fehlenden Sinus auf der Schleppe und durch das stete Dichotomiren der feinen Streifen durch Einsetzung, in den viel stärkeren Streifen des *Pr. plicatilis* geschieht es durch Zerspaltung. In der That ist die Wölbung und Erhebung des Rückens bei Weitem nicht so stark, als bei *Pr. giganteus,* zuweilen wohl so breit, daſs er an *Pr. plicatilis* erinnert.

Im weiſsen Kalkstein von Ratingen an der Ruhr mit *Pr. antiquatus* und *punctatus,* eben so weiſs zu Choquier bei Lüttich, schwarz zu Visé an der Maas, zu Lunelle bei Boulogne (Verneuil), wo *Pr. Martini* noch höher vorkommen soll. Bei Hausdorff und Falckenberg in der Grafschaft Glatz mit *Rostellaria angulata, Pr. antiquatus* und *sarcinulatus* (*lata*), wie bei Choquier. Und durchaus diesen Schlesischen ähnlich, eben so schwarz, eben so groſs und flach, mit ganz gleicher Streifung und Röhrenmenge, Röhren, die wohl Zoll lang wie glänzende, gekrümmte Fäden umherliegen, am Fluſs Kamenka, Gouv. Nowgorod. An den Stromschnellen der Msta über Borowitschie. Sehr groſs zu Tarousa an der Okka; in England, Bolland in Yorkshire, Conishead, Llangavenny auf Anglesea; bei Sparta, Grafschaft Francklin, New Yersey mit *Spirifer striatus,* im Wiener Cabinet. An der Ostseite des Urals, am Fluſs Läla bei Boguslowsk und nahe bei Kamenki Südost von Katharinenburg (Rose Berl. Cabinet.).

3. Productus *limaeformis.*

T. I. F. 4. 5. 6.

Lima waldaica Beitr. zur Best. der Geb. in Ruſsland p. 63. Fischer *Gouv. de Moscou* T. XIX, F. 4 *Mytilus elongatus* sehr unvollkommen.

Das Schloſs ist ungemein klein, kaum den dritten Theil so groſs, als die Schaale breit, oder den vierten Theil, als sie lang ist. Zwei flache Ohren gehen von den Schloſsecken zur Seite herunter. Die Schaale hebt sich schnell, von der Schloſsmitte herauf und verbreitet sich sogleich weit auf den Seiten. Sie verliert alle Spur von Symmetrie, und zeigt sich in mannigfaltig veränderten Formen in Hinsicht des Verhältnisses der Länge zur Breite, oder eines Kieles auf dem Rücken, der fast stets einem Seitenrande viel näher liegt, als dem anderen, — eine Mytilusform. So sind auch die feinen abgerundeten Streifen, welche sehr zierlich, die ganze Ober-

fläche bedecken. Schon vom Wirbel aus wenden sie sich ganz an den Rand, den sie fast im rechten Winkel erreichen. Neue Streifen erscheinen durch Einsetzung zwischen den älteren in solcher Menge, dafs sie überall gleiche Stärke behalten. Anwachsrunzeln, mehr oder weniger stark, durchschneiden die Streifen und suchen alle das schmale Schlofs in stark erhobenen Falten zu erreichen, wodurch sie völlig drei Viertheile eines Zirkelbogens einnehmen.

Alles Ansehn von Symmetrie ist in diesen, ganz ungesetzmäfsig scheinenden Gestalten verschwunden, und gern würde man sie aus der Reihe der Producten verweisen, wären sie nicht durch Schlofs, Anwachsrunzeln und vorzüglich durch die Streifung gar zu nahe mit *Pr. comoïdes* verbunden, so sehr dafs man alle Unregelmäfsigkeit dem gar zu wenig ausgedehnten Schlofsrande beizumessen geneigt wird, der nicht im Stande ist, die Ausbreitung der Schaale gehörig in Ordnung zu halten. Die Schaalen selbst sind so ungemein dünn (wie bei *Monotis salinaria*), dafs man noch nie innere Abdrücke von Muskeleindrücken oder Spiralarmen hat auffinden können. — An den Ohren sind doch unter der Schaale Branchienspitzen ziemlich deutlich, und auf dem Rücken, wo die Streifen einem Hindernifs auszuweichen scheinen und sich biegen, geschieht es durch eine kleine Warze, welche einer Röhrennarbe ganz ähnlich ist. Auf Stücken von Visé mit breitem Rücken und halbzirkelförmigem Umrifs, in Hrn. Beyrich's Sammlung, sind auch am Schlofsrande Röhrennarben nicht zu verkennen — gewöhnlich $2\frac{1}{2}$ Zoll lang, $1\frac{3}{4}$ Zoll breit —.

Die nahe Verwandtschaft mit *Pr. comoïdes* wird noch mehr unterstützt, wenn man sieht, dafs beide fast überall zusammen vorkommen. Am Fufse der Waldaihügel in Rufsland am Flufs Stolobenka und an den Ufern der Prikscha unweit der Msta, beide im Gouv. Nowgorod, wie ein Conglomerat auf einander, eine Schaale dicht in die andere gedrängt, meistens von Mytilusform, seltener (an der Stolobenka) von orbiculärem Umrifs, mit *Sanguinolaria sulcata*, welche obere Schichten bezeichnet, an der Moschinka bei Zvénigorod, Moskau. — In schwarzem Kalkstein zu Visé an der Maas; in sehr weifsem Kalkstein, hochgewölbt und sehr in die Breite ausgedehnt zu Redwharf auf Anglesey, im Berliner Cabinet. — Zu Grobowsk, Urals Westseite unfern der Tschussowaja. (Rose Berl. Cab.)

4. Productus *latissimus*.

Sow. 330. Phillips VIII, 1.

Das Schlofs ist viel breiter, als die Mitte der Schaale. Diese ist wenig oder gar nicht producirt. Ihre Seiten laufen schnell zusammen, von den

Schlofsecken gegen den Rand, so dafs der Umrifs des Ganzen zum stumpfen Dreieck wird, mit sehr breiter Grundfläche. Die Ohren sind aufgebläht, und diese Wulst setzt gleichmäfsig fort über die ganze Breite der Schaale. Die Streifen der Oberfläche haben eine ungewöhnliche Regelmäfsigkeit. Sie zertheilen sich nur wenig und gleichen Zwirnsfäden, die, vorzüglich in der Mitte des Rückens, zuweilen über einander gelegt sind. Dünne Röhren (nicht Spitzen) stehen über die Oberfläche des Rückens zerstreut.

Diese Form bleibt sich an den verschiedenen Orten ihres Vorkommens so gleich, dafs man sie wohl als für Eine Art bestimmend erkennen mufs; ihre grofse Breite, das Zusammenlaufen der Seiten, das Convolute nach Richtung der Breite, endlich auch die nie fehlende sehr spitze kleine Nadeln (Röhren), welche hin und wieder sich auf den Streifen erheben, geben dem Ganzen einen schnell auszeichnenden Anblick. Der Rücken ist nicht immer schwach gewölbt, sondern sogar auch schon zuweilen breit und flach eingesenkt, daher auch die Fäden oder Streifen eine Neigung zeigen, sich in der Mitte auf einander zu legen. Sehr lange und glatte, dentaliengleiche, aber nur nadelstarke Röhren, liegen in Menge im umgebenden Gestein, vorzüglich in der Nähe des Schlosses. Die Unterschaale ist noch nicht gesehen worden, sie scheint tief in der Oberschaale versenkt.

In unteren Schichten des Kohlenkalks; vorzüglich schön und familienweise versammelt zu Czerna, Nordwest von Krakau, bei Nowa Gora, in röthlich braunem Kalkstein, durch Hrn. Zeuschner; zu Tarusa und Alexin an der Okka und bei Kaluga, durch Hrn. Blasius; zu Killymeal bei Dungannon in Irland; zu Tyddmawrfarm auf Anglesea; zu Fountainfell, Otterburn, Kirby Lonsdale in Yorkshire.

5. Productus *scoticus*.

Sow. 69.

Nicht producirt. Schwach gewölbt. Breiter als lang; das Schlofs etwas kürzer, als die gröfste Breite; Seiten und untere Rand zu einem zierlichen querovalen oder elliptischen Umrifs mit einander verbunden. Ohren sehr flach, mit starken, aber wenig concentrischen, zusammenfliefsenden Anwachsrunzeln bedeckt, welche über den Rücken sich verlieren. Wellige, fadenförmige, wenig zertheilte Streifen über der äufseren Fläche. Viele Röhren am Schlofsrande hin, vielleicht funfzehn auf jeder Seite. Hin und wieder treten Branchienspitzen aus der Oberschaale hervor.

Unterscheidend sind der bestimmte Umrifs, das Wellige, nicht Starre der Streifen und die starken Anwachsrunzeln. Diese trennen *Pr. scoticus* schon durch den flüchtigen Eindruck von *Pr. sarcinulatus.*

Aufser Schottland nicht selten zu Altwasser in Schlesien $1\frac{1}{2}$ Zoll breit, 1 Zoll lang.

Phillips' *Pr. margaritaceus* (T. VIII, F. 5) hat in der Beschreibung Nichts, was ihn von *Pr. scoticus* unterschiede. Auch ist, der Abbildung zufolge, der Umrifs noch derselbe. Die Streifen sollen stärker sein, und weniger getheilt; allein wenn die weifse natürliche Schaale der Muschel zerstört ist, wie offenbar in der Abbildung, so erscheinen die darunter hervorkommenden Streifen jederzeit stärker, und runder, als die, von welchen sie bedeckt werden. Von Florence Court bei Inneskillen in Irland.

6. Productus *sarcinulatus* Hüpsch.

Hüpsch Naturgesch. Niederdeutschl. T. I, F. 5. Schlottheim Petrefactenkunde T. 29, F. 3. Dalman Terebrat. T. I, F. 5 *Orthis striatella* (sehr unvollkommen). Murchison Silur. T. 3, F. 10. 12c. T. 5. F. 13 *Leptaena lata.*

Umrifs und Form sind scharf und bestimmt; ohne allen schleppenartigen Fortsatz. Der Umrifs ist queroblong, mit geradem Schlofs, und fast eben so geradem parallelem unterem Stirnrande; beide durch halbzirkelförmig gebogene Seiten verbunden. Die Oberschaale, sanft gewölbt, ohne scharfen Rücken, ist nur, dem unteren Rande nahe, etwas flacher verbreitet, selten sogar zu einem sehr breiten und flachen Sinus eingesenkt. Die flachen Ohren, scharf, erheben sich ohne Unterbrechung, gleichförmig zum Rücken. Die Oberfläche ist sehr dicht mit scharf hervortretenden Streifen bedeckt, die strahlenförmig, sehr gerade, nie wellig, sich vom Wirbel verbreiten, dem Schlofsrande gleichlaufend im ersten Anfange. Die Streifen dichotomiren sehr häufig durch Einsetzung. Sehr deutliche und lange Röhren erheben sich vom Schlofsrande, in einfacher Reihe, sechs Röhren auf jeder Seite. Die Breite ist ungefähr das Doppelte der Länge. Selten einen halben Zoll breit. Von Anwachsabsätzen oder Runzeln auf der Oberfläche erscheint kaum eine Spur, oder nur höchst dunkel an den Seiten des unteren Randes.

Diese durch Form und Streifen höchst zierliche Gestalt ist eine wahre Leitmuschel für obere silurische Schichten; und sie ist um so bemerkenswerther, da sie fast ausschliefslich diesen Schichten angehört, und nur als seltene Ausnahme in Kohlenkalkstein gesehen wird.

Dabei ist es fast der einzige Productus, den silurische Schichten aufweisen können. Das ganze äufsere Ansehn würde auch weit mehr an eine Orthis erinnern, wofür sie auch Dalman gehalten hat, wären nicht die Röhren des Randes, die fehlende Area, der Mangel zweier divergirender Lamellen im Innern für Productus völlig entscheidend. — Die Schaalen sind äufserst dünn und gewöhnlich sehr wohl erhalten; allein Branchienspitzen zeigen sich niemals im Innern. Wahrscheinlich sind sie mit den Streifen, die auch im Innern stark hervortreten, gänzlich verwachsen.

Diese Muscheln leben gewöhnlich gesellschaftlich vereinigt; ihre Schaalen liegen dick auf einander und bilden ganze Schichten. Auf Gothland zu Wamblingbo (in Stockholm's Academie-Cabinet) und diesen völlig ähnlich findet man sie in Stücken, welche in grofser Menge über Pommern, Mecklenburg und die Mark zerstreut sind, sogar noch in der Nähe von Halle bei Gimritz liegen sie, frisch wie auf der Lagerstätte, auf den Feldern umher. Sehr schön und häufig in anstehenden Schichten zu Klinka in Schonen mit *Avicula retroflexa* His. vereinigt (Copenhagner Univers. Sammlung durch Angelin). Und genau eben so in ganzen Schichten mit der gleichen *Av. retroflexa* bei Hoburg, Südspitze von Gothland (Mus. Hising.).

Bei Schalkenmehren in der Eyfel. — Hr. Beyrich fand sie ausgezeichnet schön, mit weifser, sehr fein gestreifter Schaale zu Choquier bei Lüttich im Kohlenkalkstein; auch finden sie sich bei Hausdorf und Falckenberg, Grafschaft Glatz.

Murchison (Sil. Syst. p. 610) nennt eine grofse Menge Orte in Wallis, wo dieser Productus vorkommt, und stets in sehr grofser Menge; er fügt noch hinzu, er sei höchst auszeichnend für die Formation; obere Ludlowschichten der silurischen Reihe, mit *Spirifer trapezoïdalis*, *Orthis elegantula* (*canalis*) und *Terebratula primipilaris* (*pentagona* Sow. G. Transac: n. S. V. Explan. of plate 57, 5 et 6). Selten in den höher liegenden Schichten von „Old Red" zu Felindre und Horel chapel.

Es ist auffallend, dafs man ihn in Rufsland nur noch sehr selten gesehen hat. Die in Curland gefundenen Stücke gleichen den Findlingen der südbaltischen Länder. Dagegen sind die von Hrn. Blasius zu Kowscha zwischen dem Onega und Biela Osero beobachteten denen von Witegra ziemlich ähnlichen Schichten ganz mit *Pr. sarcinulatus* erfüllt; die gröfsere Erhebung des Rückens würde zwar eine eigene Art vermuthen lassen, um so mehr da an allen Stücken die Eindrücke der Branchienspitzen, die sonst nicht gesehen werden, deutlich und in Menge hervortreten; allein Übergänge bis zur ganz flachen Form finden sich nicht selten; die Röhren, vier oder fünf auf jeder Seite, die höchst feine Streifung, das Scharfabgeschnittene des Umrisses, der Mangel der Anwachsringe, die vorherrschende Breitenausdehnung verbinden aber beide Formen zu einer so auffallend ähnlichen Facies, dafs man sie doch nur sehr gezwungen und durch keine scharfe Merkmale von einander würde trennen können.

7. Productus *fimbriatus.*

T. II, F. 21. 22. 23.

Sow. 459, F. 1. Phillips VIII, 11. 12.

Ohne sichtbare Längsstreifen. Ohne Sinus des Rückens. Die Anwachsstreifen stehen entfernt von einander; die Branchienspitzen erheben sich aus der dünnen Schaale und stehen wie ein Saum oberhalb des Anwachsringes herum. Der Rücken ist gewölbt, ohne Ohren, der Umkreis fast kreisrund. Das Schlofs ist ein wenig gekrümmt. Die Ventralschaale ist concav und dringt tief in die Dorsalschaale ein.

Die Anwachsrunzeln sind zuweilen dachförmig erhoben, wie bei Astarte. Das Ganze hat die runde Form einer Terebratel. Das Saumförmige oder Wimpernartige der Branchienspitzen unmittelbar über dem concentrischen Kreise ist wahrscheinlich das Ausgezeichnetste der Art. Unter den Kreisen sieht man die Spitzen nicht. Sie dringen nur nach und nach wieder hervor. Das Schlofs ist schmäler, als die gröfste Breite. Der Sinus unterscheidet *Pr. punctatus* und *fimbriatus.*

Von Ratingen an der Ruhr, Derbyshire, Bolland.

8. Productus *spinulosus.*

T. II, F. 16.

Sow. 68, 3. Phillips VII, 14.

Ohne Längsstreifen. Die Anwachsringe stehen eng zusammen, und die Branchienspitzen erscheinen darauf sehr einzeln und sehr stark hervortretend. Der gerade Schlofsrand ist breiter, als die Mitte; die Breite aber gröfser, als die Länge.

Die Spitzen stehen zuweilen sehr gedrängt unter den engen, schuppigen Anwachsringen hervor, sie treten auch wohl über den unteren Rand heraus als Dornen, welche die untere Seite umgeben.

Ohnerachtet auch diese Productusart, wie fast alle anderen, vorzüglich dem Kohlenkalk eigen ist, so gehört sie doch zu den Wenigen, welche auch in silurischen Schichten vorkommen. Zu Pafrath bei Köln, zu Refrath.

9. Productus *aculeatus* Sow. (*non* Schlottheim).

Sow. 68, 4.

Ohne Längsstreifen. Die Anwachsringe stehen eng zusammen. Das Schlofs ist etwas gebogen und viel kürzer, als die Breite der Schaale.

Der Umrifs nahe kreisförmig. Der Rücken erhoben gewölbt. Die Branchienspitzen treten wie Stacheln oder Dornen hervor, aber stets nach unten gerichtet, und der untere Rand ist durch sie mit Dornenspitzen besetzt.

Einer Nufs ähnlich, auch ohngefähr gleich grofs. Auf *Terebratula prisca* zu Refrath und zu Pafrath bei Köln in oberen silurischen Schichten. Im Kohlenkalk bei Altwasser in Schlesien. In Schottland. Am Ilmensee bei Buregi, Nowgorod. Devon zu Slobodka bei Tula.

LOBATI.

10. Productus *antiquatus.*

T. II, F. 7. 8. 9. 12.

Martin *Fossilia Derbyensia* T. 32. Sowerby T. 317. Fischer *Déscr. du Gouv. de Moscou* T. XXVI, F. 1 (mit Röhren.). Bronn *Lethaea* T. III, F. 6.

Flacher, bis in den Schnabel fortgesetzter Sinus, vom Schnabel aus über den Rücken, durch eine lange Schleppe halbmondförmig gekrümmt. Die Seiten fallen steil ab gegen den Rand. Die Production äufsert sich auch auf den Seiten, so dafs die Oberschaale am Rande breiter ist, als am Schlofs. Stark gestreift mit geraden, kaum welligen Streifen, welche durch Zerspaltung dichotomiren. Anwachsrunzeln, in regelmäfsigen Halbkreisen um die Schnabelspitze, durchschneiden gitterartig die Längsstreifen. Die Halbkreise stofsen rechtwinklich an dem Schlofsrande ab und haben sie die äufsersten Ecken dieses Schlofsrandes vereinigt, so endigen sie auch auf dem Rücken, und der übrige Theil der Schaale oder die Schleppe ist nur mit Längsstreifen, nicht mehr mit Querrunzeln bedeckt.

Die untere Schaale stöfst an die durch das Erheben der Spiralarme gewölbten Oberschaale und hebt sie zu einer Runzel. Wenn aber die Arme diese erhebende Wirkung nicht mehr ausüben können, laufen beide Schaalen dicht auf einander als lange Schleppe herunter. Daher ist das ausgezeichnet Gegitterte der Muschel nur auf ihrer oberen Hälfte sichtbar, weshalb sie auch Martin *Anomia semireticulata* nannte, ein Name, den Sowerby nicht hätte verändern sollen.

Die Schlofsränder beider Schaalen liegen flach auf einander und bilden ein langes Ohr, auf welchem 5 oder 6 Röhren auf jeder Seite sich fortziehen. Eine andere Reihe erscheint in

schiefer Richtung da, wo die stark abfallende Seite sich mit dem Ohre verbindet; was ziemlich überall geschieht, wo dieses Ohr nicht aufgebläht ist. Ob diese Reihe noch über den unteren Theil der Schleppe fortgesetzt sei, wo eine Menge von Narben auf den Kernen (vorzüglich auf Stücken von Ratingen) eine solche Fortsetzung wohl glaublich machen könnten (F. 12), mufs noch näher untersucht werden. Sind diese Kerne mit Schaalen versehen, so bemerkt man sie nicht.

Die Oberfläche der Kerne, zunächst unter der Schaale, erscheint ganz mit eng zusammenstehenden Branchienspitzen bedeckt. Offenbar sieht man, wie diese Spitzen den Mantel in Reihen erheben und dadurch die Streifung der Schaalen bewirken. Ist der Kern noch tiefer entblöfst, so erblickt man den erhöheten Abdruck der Spiralarme und der beiden oberen Muskeleindrücke (F. 9). Die Buckel der beiden Arme bilden schiefe Kegel, welche mit ihrer Spitze nach vorwärts gegen den Schnabel hin sich neigen. Die Muskeleindrücke stehen senkrecht darüber; sie sind stark in die Länge gefurcht und gehen seitwärts über die Kegel der Arme nicht heraus. In der grofsen Vertiefung zwischen Kegeln und Muskeleindrücken erscheint der laubartige Eindruck der inneren Organe. Diese grofse Vertiefung der Kerne wird fast ganz durch die äufsere Schaale wieder ausgeglichen. Sie scheint in gar keinem Verhältnifs zum flach eingesenkten Sinus zu stehen.

Ohne auf die verschiedenen Grade der Erhaltung der Schaalen zu achten, könnte man geneigt sein, sehr viele Arten in dieser einzigen zu sehen; um so mehr, da die äufsere Form hier nur wenig leitet. Denn zuweilen sind die Schaalen sehr weit auf den Seiten ausgedehnt, sie scheinen breiter, als lang; zuweilen überwiegt die Länge um Vieles. So auch die Streifen; eine tief und scharf gegitterte Schaale scheint bei dem ersten Anblick mit einer solchen nicht vereinigt werden zu können, auf welcher kaum noch Streifen sichtbar erscheinen. Eine aufmerksame Zusammenstellung aller bestimmenden Kennzeichen führt doch ohne Mühe zur Wahrheit. Nicht selten ist die ganze Schaale zerstört, und der innere Kern läfst nur noch die tiefen Eindrücke der Branchienspitzen bemerken. Solche Kerne sind als eigene Arten aufgeführt: *Productus scabriculus* (Phill. II, S. 20. Sow. 69, 1), gewifs *Pr. antiquatus* oder *Pr. pustulosus, rugatus, quinquuncialis* (Ph. T. VII), welche ohne Kenntnifs der äufseren Schaale gar nicht bestimmt werden sollten. Sie werden sich wahrscheinlich zwischen *Pr. antiquatus* und *Pr. Martini* vertheilen.

Pr. antiquatus ist eine der häufigsten und weit verbreitetsten aller Arten dieses Geschlechts und sie kann für den Kohlenkalk als Leitmuschel angesehen werden. Martin sagt: sie fände sich überall in Derbyshire, wo Kalkstein vorkomme. Phillips nennt eine Menge Orte in ähnlichen Verhältnissen in Yorkshire und in anderen nördlichen Englischen Grafschaften. Sehr schön und häufig zu Kildare in Irland. — In schwarzem Kalkstein, stark und scharf gegittert bei Visé an der Maas. Häufig zu Ratingen und Cromford an der Ruhr in

weifsem Kalkstein und Dolomit fast immer als Kern. In Rufsland scheint, wie auch in England, *Pr. antiquatus* zur oberen Abtheilung des Bergkalks zu gehören, welche durch *Spirifer choristites* ausgezeichnet wird. Dieser Kalkstein ist fast überall besonders weifs und körnig. In ihm sah man den *Pr. antiquatus* bei Peredki (Nowgorod. Beitr. zur Best. der Form. in Rufsland, p. 64) und am Flufs Stolobenka, in den grofsen Brüchen von Miatskowa und am Flufs Wasusa ohnweit Moskau (l. c. p. 67. Fischer *Gouvern. de Moscou*, tab. XXVI, F. 4. 5), auch bei Podolsk, Süd. von Moskau, wo ganze Conglomerate von langen, gekörnten und gereiften Cidarisstacheln, denen in Juragesteinen täuschend ähnlich, vereinigt vorkommen. — Bei Kirilow 60° lat. zwischen Onega und Jaroslav, durch Hrn. Blasius aufgefunden, bei Alexin an der Okka und zu Zissitschanski am Donetz (Beitr. l. c. p. 72). — Endlich hat Hr. Alcide d'Orbigny dieselbe Art von Productus, eben so lobirt, eben so gegittert am Schnabel, mit gleichen herabhängenden Seiten und mit gleicher Vertheilung und gleichem Verhältnifs von Röhren am Rande, von den Höhen der Andes gebracht, von der Insel Quebaja in dem auf dem Gebirge liegenden See von Titicaca.

11. Productus *Martini.*

Martin *Fossilia Derbyensia* T. 22, F. 1-3. Sowerby 317, 2. Phillips Yorkshire II, T. vii, 1. T. viii, 19. Fischer *Gouv. de Moscou* T. xxvi, F. 4.

Der sehr flache Sinus der Dorsalschaale ist vorzüglich in der unteren Hälfte bemerklich; er geht nicht in den Schnabel. Dieser wird mehr oder weniger breit und flach. Die Seiten hängen vom Rücken ab fast senkrecht herunter. Die Ohren des Schlofsrandes treten etwas über die Breite der Schaale hervor. Der Schnabel ist in weitem Halbkreise gekrümmt. Die Streifung der Schaalen ist scharf, gerade und gleichlaufend, nicht wellig, sparsam durch Zerspaltung dichotomirend, bis zum Anfang der Schleppe gegittert von Anwachsrunzeln, welche auf den Ohren sehr stark erhoben sind, weniger auf den Seiten und nur wenig bemerklich im flachen Sinus. Die Schleppe der Schaalen hängt tief herab, ohne doch auf den Seiten sich auszudehnen.

Eine Art, welche sich mehr durch ihr äufseres Ansehn, durch ihre Facies, als durch scharfe Merkmale von anderen naheliegenden Arten unterscheidet. Sie ist sehr schmal gegen die Länge und scheint wie von beiden Seiten zusammengeprefst. *Pr. antiquatus* dagegen ist überall hin mehr ausgeschweift. Doch sind zwischen beiden die Übergänge unmerklich, und kaum wird es gelingen, eine scharfe Grenzlinie zwischen ihnen zu ziehen.

Pr. Martini hat im Innern weniger und längere Branchienspitzen, als *Pr. antiquatus*, wo sie eng und zusammengedrängt stehen. Daher bemerkt man auch leichter bei ersterem ihre abwechselnd hoch und tiefer stehende Lage (*en quinconce*). Phillips' *Pr. quinquuncialis* (T. VII, F. 8) ist deshalb wahrscheinlich nur eine Abbildung des Innern von *Pr. Martini*, vielleicht auch *Pr. scabriculus*. — An der Schlofskante hin stehen auf jeder Seite sechs Röhren oder vielmehr ihre cylinderförmige Narben, und eben so viel in schiefer Richtung vom Buckel an dem unteren Ende des Ohres herab, welches gewöhnlich zu sein pflegt an allen Arten, an welchen die Seiten gegen die Schlofsecken hin zu einem Ohr sich verflachen. Auch scheinen Röhren noch auf der Schleppe über die Oberschaale weg sich im Halbkreise fortzuziehen. Phillips hat sie (T. VIII, F. 19) gezeichnet.

Martin bemerkt, dafs bei jedem Stück der obere Helm der Muschel durch einen geringen Schlag von der Schleppe scharf abgetrennt werde. Dann erscheint auf dem Zurückbleibenden die flache nur wenig in die Oberschaale eingesenkte Unterschaale, welche dann sehr leicht für *Pr. plicatilis* angesehen werden kann. So wichtig diese Bemerkung auch ist, so darf man doch nicht glauben, wie es nach den Beschreibungen wohl scheinen möchte, dafs diese Unterschaale da, wo die Schleppe anfängt herabzuhangen, sich endige und scharf abstofse. Sie geht, wie die Fortsetzung der Oberschaale, herab; beide liegen aber so dicht auf einander, dafs man nur in seltenen Fällen, bei erhaltenen Schaalen, dieses Aufliegen beobachten kann.

Fast überall findet sich *Pr. Martini* mit *Pr. antiquatus* vereinigt. In Derbyshire, in Yorkshire, zu Lunelle bei Boulogne, zu Ratingen an der Ruhr, ausgezeichnet bei Tournay. In Rufsland in oberen Schichten des Kohlensandsteins, zu Alexin an der Okka, zu Kirilow (60° lat.), zu Miatskowa und Vereia bei Moskau (Fischer).

12. Productus *plicatilis*.

T. II, F. 18. 19.

Sowerby Pl. 459, F. 2. Phillips Yorkshire II, T. VIII, F. 4 nur die Production und die untere Schaale.

Alle Theile der Oberschaale aufser der Schleppe liegen fast in einer Ebene. Die Flügel hangen nicht oder nur wenig herab, und die Ohren stehen mit dem Schnabel gleich hoch. Daher ist auch der Schnabel nur wenig gebogen, und der Schlofsrand steht ebenfalls mit der Fläche der Schaale in gleicher Höhe. Die Oberfläche ist stark gegittert durch engliegende Anwachsrunzeln. Die Längsstreifen, welche sie zertheilen, sind ebenfalls eng zusammenliegend, durch Zerspaltung dichotomisch und nur gegen den Rand wenig nach auswärts gebogen. Die Schleppe hängt im rech-

ten Winkel an der Oberschaale und ist nicht mehr von Anwachsrunzeln bedeckt. Der sehr flache Sinus endigt sich gewöhnlich schon auf der Mitte der Fläche und geht nicht bis in den Schnabel.

Ohnerachtet die Flachheit der Oberschaale dem Ganzen ein schon bei dem ersten Anblick eigenthümliches Ansehn giebt, so ist doch auch hier ein Übergang zu *Pr. antiquatus* so nahe liegend, dafs man wohl geglaubt hat, *Pr. plicatilis* sei nur die jüngere Form, und durch Erheben der Spiralarme und dadurch der beiden Loben der Oberschaale senke sich der Schnabel und zugleich auch die Flügel und der Schlofsrand, wodurch die Form von *Pr. antiquatus,* wenigstens von *Pr. Martini,* entsteht. Indessen finden sich doch Stücke bis zu $3\frac{1}{2}$ Zoll Breite, in denen die Schaale immer noch gleich flach bleibt, und die Flügel in gleicher Horizontal-Ebene erhoben sind, so dafs man hierinnen etwas eine besondere Art Bestimmendes vermuthen darf. Doch ist eine Verwechslung mit der Unterschaale von *Pr. antiquatus* zu vermeiden, denn auch bei dieser stehen Wirbel und Schlofsohren in einer Ebene.

Die Röhren am Schlofsrande sind nur selten zu sehen; auf Stücken von Ratingen erscheinen jedoch mehr als zwölf Röhrennarben auf jeder Seite des Schlosses. Der Schlofsrand ist schmaler, als die gröfste Breite der Schaale, welche sich in der unteren Hälfte befindet. Beide Seiten erreichen den unteren Rand in zierlichen Bogen. Dadurch entsteht eine grofse Ähnlichkeit der Form mit *Pr. sarcinulatus* (*latus*); dieser hat aber kaum jemals eine Spur von Sinus und seine viel feinere Streifen sind nicht durch Zerspaltung, sondern durch Einsetzung zertheilt. —

In oberem Bergkalk. In weifsem und schwarzem Kalkstein zu Ratingen an der Ruhr, schwarz zu Visé an der Maas. Zu Miatskowa und Drogomilow bei Moskau. In sehr weifsem, kreideartigem Kalkstein zu Podolsk, Süd. von Moskau, zu Alexin an der Okka. Sehr schön mit kohligen Schilfstücken zu Zissisanskoi am Donetz. Selten in England, nur bei Castleton. Sehr zierlich, mit feinen, im Sinus sich auf einander legenden Streifen im weifsen Kalkstein am Flusse Stolobenka (Gouv. Nowgorod) bei Kriviakin, unweit Iwanof, Gouv. Orel, mit *Fenestella antiqua, Cidaris rossicus.* Am Anfange der Schleppe ziehen sich acht bis zehn Röhren über die Oberschaale hin.

13. Productus *lobatus.*

T. II, F. 17.

Sowerby Pl. 318, F. 1-6. Phillips VIII, F. 7. Sow. Pl. 68, 1 *Longispinus*, vielleicht *Pr. setosus* Ph. VIII, 9.

Klein. Haselnufsgrofs. Aufser drei oder vier Röhren auf jeder Seite des Schlosses stehen vier Röhren, zwei auf jeder Seite, auf der Ober-

schaale an ihrem unteren Rande, da wo die gegitterte Oberfläche dieser Schaale schon aufgehört hat, und die Längsstreifen nur noch auf der Schleppe fortsetzen. Der Sinus geht bis in den Schnabel, doch mehr oder weniger deutlich. Die Seiten fallen, nahe senkrecht, herab (wie bei *Pr. Martini*). Die Schlofsohren sind umgebogen, an den Ecken wie eine kleine Hohlkehle, sehr dünn. Das Schlofs und die Seitenkanten stehen im rechten Winkel auf einander, seltener ist das Schlofs noch etwas breiter. Die Unterschaale ist in die Oberschaale tief eingesenkt, mit einer dem Sinus entsprechenden Wulst in der Mitte.

Das Hervorstechende der Art sind die vier Röhren am unteren Rande. Auch Sowerby hat sie (Tab. 318, F. 6) gezeichnet. Sie sind weder auf *Pr. Martini*, noch auf *Pr. antiquatus*, aufzufinden. Die Streifen im Sinus sind viel feiner, als auf den beiden Wülsten der Seite, wo sie ganz breit werden (breiter als ihre Zwischenräume), und kaum noch dichotomiren. Einige Spitzen drängen sich zuweilen über die Oberfläche hervor und können leicht für Röhren angesehen werden.

Zu Altwasser bei Waldenburg in Schlesien. Sehr schön im weifsen Kalkstein zu Steschowa an der Wolga. Gouv. Twer. Arran. Linlithgow, Northumberland, Derbyshire, überall in oberen Schichten des Kohlenkalks.

14. Productus *costatus.*

Sowerby 560, 1. *sulcatus* 319, 2. Phillips Yorkshire II, T. VII, F. 2.

Die Streifen sind sehr flach und breit, zwei- oder dreimal so breit, als ihre Zwischenräume. Sie zertheilen sich fast gar nicht. Die Seiten der Oberschaale fallen nahe senkrecht herab. Das Schlofs ist an den Ecken mit einer Hohlkehle beendigt. Der Sinus geht bis in den Schnabel. Der obere Theil der Schaale ist durch Anwachsrunzeln gegittert.

Es ist fast wahrscheinlich, dafs diese Gestalten mit *Pr. lobatus* zusammenfallen. Auch finden sie sich in denselben Verhältnissen, nahe den Kohlen, vielleicht auch an denselben Orten; bei Glasgow, Bolland und Richmond in Yorkshire. Es ist keine sehr ausgezeichnete Art. —

15. Productus *concinnus.*

Sowerby T. 318, F. 1. Phillips VII, 9.

Die Streifen sind fast seidenartig fein und sehr gerade, gleichlaufend, daher zuweilen kaum zerspalten. Der Sinus der Mitte ist flach;

die Seiten herabhängend. Die Anwachsringe stehen sehr entfernt und bringen auf dem Rücken keine gitterartige Zeichnung hervor.

Gröſstentheils ist diese Art nur klein; aber ihre Eigenthümlichkeiten und ihr Recht eine besondere Art zu bilden sind noch nicht gehörig scharf aufgefaſst und entwickelt worden. Der Sinus in der Mitte ist zuweilen ganz unmerklich.

16. Productus *punctatus*.

T. II, F. 10. 11.

Martin *Petr. Derb.* T. 37, F. 6. 7. 8. Sowerby Pl. 328. Schlottheim Nachträge XVI, 1 *Anomia thecaria.* Fischer Moskau T. 22, F. 2. Phillips VIII, 10.

Sehr dünne Schaale. Die Anwachsrunzeln (welche hier nicht bloſs Runzeln sind, sondern scharf auf der Oberfläche absetzen) treten so sehr hervor, daſs Längsstreifen kaum noch erscheinen. Sie stehen dabei so entfernt von einander, daſs nur sechs bis acht Ringe auf einem Raum fallen, welcher der Breite einer Seite gleich ist. In der Mitte senkt sich ein flacher Sinus fast stets bis in den Schnabel, die Brachienspitzen durchbohren überall die dünnen Schaalen und stehen als ein Saum oder Gürtel über dem Anwachsringe, verlieren sich aber in der Höhe gegen den Ring, der zunächst darüber steht. Die Schaalen scheinen niemals producirt zu sein; doch ist die Oberschaale im Halbkreise gebogen. Da die Unterschaale ganz flach ist, nicht eingebogen, mit einer Wulst in der Mitte, so bleibt dem Thiere, im Verhältniſs anderer dieses Geschlechts, zur Ausbreitung ein bedeutender Raum, vorzüglich der Arme in die Höhe hinauf. Das Schloſs ist kürzer als die gröſste Breite der Schaale. — Die Röhren am Schloſs stehen entfernt von einander: fünf oder sechs auf jeder Seite. Es ist, wie fast stets, wo ein Ohr hervortritt, eine doppelte Reihe: eine am Schloſsrande fort, eine andere schief herabgehende zwischen dem Ohr und der aufsteigenden Seite. —

Eine ausgezeichnete Art. Die quergestreifte Dose (Martini Conchyl. Cab. F. 605), nehmlich die flache Unterschaale. Durch Mangel der Längsstreifen wird sie sogleich auffallend; dann durch die besonders regelmäſsig, doch abwechselnd höher und tiefer stehenden, über die Anwachsringe umherlaufenden Spitzen. Vom *Pr. spinulosus* und *aculeatus* (Martin und Sow.) ist sie durch den Sinus verschieden, der diesen fehlt, und durch die auffallend entfernt stehenden Anwachsringe. —

Sie scheint im Bergkalk nicht selten. Im schwarzen Kalkstein von Visé und Namur. In Ruſsland im braunen Kalkstein am Flusse Prikscha, Gouv. Nowgorod; zu Zvenigorod bei Moskau; im oberen, hellgrauen, kieselartigen Kalkstein von Alexin an der Okka. Zu Cork in Irland, in Derbyshire.

17. Productus *aculeatus* Schlottheim, *horridus* Sow.

T. II, F. 13. 14. 15.

Bronn *Lethaea* T. III, F. 1. 2 (*optima*). Quenstedt Wiegman Archiv. 1839. T. I, F. 2. Sowerby T. 560, 2-4 *Pr. calvus*. T. 322 *Pr. humerosus*, innere Kern. T. 319, 1 *Pr. horridus*. Knorr Verstein. II, T. *B*, 1, *d*, F. 5. 6.

Vielleicht der merkwürdigste aller Producten. So glatt und glänzend auf der Oberfläche erscheint keine andere Art. Eben so wenig steht auf anderen wie hier die Röhrenreihe am Schlofsrande, auf dem Rande der Unterschaale, und nur die schiefe Röhrenreihe zwischen Ohrfeld und Seite steht auf der Oberschaale. Endlich gehen zwei Reihen von Röhren in unbestimmten Entfernungen auf dem Gipfel der beiden Rückenwülste bis in die Schleppe herunter.

Die Anwachsrunzeln stehen entfernt, und bilden nur leichte Wellen auf der Fläche. Längsstreifen dagegen zeigen sich nur erst, wo die Arme aufhören, die Schaalen zu erheben, und wo die Production oder die Schleppe herabhängt. Sie sind dann breit, gleichlaufend mit einander und treten nur wenig hervor. Deutlicher und feiner erscheinen sie unter der glatten Oberschaale, wenn diese weggesprengt ist. Daher geschieht es, dafs man an dieser Art, wie doch an so vielen anderen, keine Spur einer gitterartigen Oberfläche in der Nähe des Schnabels und auf den Seiten bemerkt. — Ein tiefer Sinus drängt sich in der Mitte des Rückens bis zur äufsersten Spitze des Schnabels, und da die Seiten gegen die Ohren oder die Flügel sehr steil, fast senkrecht, abfallen, so wird hierdurch der Rücken in zwei hervorstehende, abgerundete Wülste getheilt. — Die Unterschaale, immer sehr tief in die Oberschaale eingesenkt, läfst, dieser auf das Genaueste entsprechend, die Wülste als tiefe Einsenkungen bemerken, den Sinus als einen vom Schnabel ausgehenden, bis zum äufsersten Ende fortsetzenden Damm, wodurch die Unterschaale in zwei Hälften zertheilt wird. — Die Anwachsrunzeln sind auf ihrer Fläche deutlich und enger, als auf der oberen Fläche. — Auf keiner Art zeigen sich die Röhren so deutlich, so bestimmt und so lang. Sie übertreffen in Länge um Vieles die Muschel selbst, und liegen, glänzenden Dentalien ähnlich, gewöhnlich in grofser Menge, im Gestein, welches diese Producten umgiebt. Walch (Naturforscher Stück 14. 27) hat sie genau untersucht (1780) und gewifs auch noch immer am Besten beschrieben. Es sind lange, cylindrische, hohle Nadeln, sagt er, auf ihrer Oberfläche sehr glatt und glänzend, silbergrau, etwas stärker auf ihrer Grundfläche, nicht selten 2 bis 2½ Zoll lang (und wie eine Rabenfeder dick, sagt Schlottheim). Ihr unterer Theil geht durch alle Lamellen der Schaale; er besteht aus so viel Lamellen, als die Schaale selbst, und diese insgesammt winden sich aus der Schaale, mit der sie ein Ganzes machen, in die Höhe empor. — Dieser innere Bau unterscheidet Röhren

und Branchienspitzen mit grofser Bestimmtheit. — Die Vertheilung der Röhren auf der Oberfläche der Schaalen, welche so viel Eigenthümliches hat, ist von Hrn. Quenstedt zuerst genau untersucht, beschrieben und abgebildet worden. (Wiegman's Archiv 1839, 76). Es strahlen, sagt er, zunächst auf der Ventralschaale von den Wirbeln nach beiden Seiten auf jeder Seite sechs oder mehr Röhren, die sich nur um ein Geringes vom geraden Schlofsrande entfernen. — Auf allen übrigen bisher bekannten Productusarten stehen diese Schlofsröhren auf dem Rande der Dorsal-, nicht aber der Ventralschaale; gewifs eine merkwürdige Abweichung in dieser letzten von allen, in den Formationsschichten erscheinenden, Productusarten. — Diesen Ventralröhren, fährt Hr. Quenstedt fort, entspricht auf der entgegengesetzten Seite auf der Dorsalschaale eine Reihe von Vertiefungen, die genau auf derselben Stelle sich befinden, wo auf der Ventralseite die Stacheln sich herausheben, so dafs es aussieht, als sei die Muschel vom Rücken aus mit einer Nadel durchstochen. Umgekehrt erhebt sich auf jeder Seite des Schnabels, auf der Dorsalschaale, eine Reihe ähnlicher Röhren im flachen Bogen, der nach der Schlofskante hin sich öffnet. Genau entspricht auf der Ventralseite diesen Röhren ein gleichgeformter Bogen von Vertiefungen. Ja, da zuweilen auch an anderen Theilen der (Dorsal-) Schaale sich Röhren finden, so scheint es wohl oft, als wenn auch diesen Röhren auf der entgegengesetzten Seite Vertiefungen entsprächen. — Offenbar können nur Muskelfasern durch die Röhren so mächtig auf das ganze Thier einwirken, um auch die entgegengesetzte Seite des Mantels, und somit auch der Schaale, nach sich ziehen zu können. — Die Röhren auf dem Rücken und bis selbst auf die Schleppe herunter sind nur sparsam vertheilt; man bemerkt selten mehr als vier oder fünf in einer Reihe und in gleichen Abständen, und gar oft fehlen sie ganz. Aber es darf nicht übersehen werden, dafs sie niemals, eben so wenig wie auf anderen Arten, auf der Ventralschaale vorkommen. Ihre Narben dürfen nicht mit den Eindrücken der Branchienspitzen, wie das Walch gethan hat, verwechselt werden.

In der äufseren Form liegt, bei diesem Productus, wenig Bestimmtheit. Im Allgemeinen übertrifft wohl die Breite am Schlofsrande um Vieles die Länge, selbst mit producirter Schaale; der Schlofsrand endigt sich mit hervortretenden Hörnern an zwei flach auslaufenden Ohren, doch sind auch Stücke nicht selten, an welchen die Breite hinter der Länge zurückbleibt, ohnerachtet sonst alle übrige ausgezeichnete Eigenschaften sich gleich bleiben. Immer aber ist in der Seitenansicht der Umrifs vom sehr gekrümmten Schnabel bis zum unteren Rande der Schaale, kein Halbkreis, wie bei *Pr. antiquatus* und ähnlichen, sondern eine sehr flach gedrückte Ellipse, eine Form, welche sich in jedem Stück wiederfindet und an Englischen so gut wie an Deutschen, welches von der geringeren Erhebung der Spiralarme herzurühren scheint. — In der That zeigen sich auch die beiden Muskeleindrücke zwischen Spiralarme und Wirbel, weniger über den Sinus erhöht, als in anderen Arten, doch immer noch, eben wie diese, stark senkrecht gestreift. Auf der Unterschaale sind diese Eindrücke, wie gewöhnlich, wenig

bemerklich; die blattförmigen Erhöhungen auf beiden Seiten der aufsteigenden mittleren Scheidewand treten deutlich hervor, und von ihrer Basis aus entfernen sich in entgegengesetzter Richtung die beiden zungenförmigen Lamellen, auf welchen die Spiralarme ruhen. Sie sind es, nicht Muskeleindrücke, welche Sowerby (Pl. 560, F. 5) im Innern der Unterschaale seines *Pr. calvus* gezeichnet hat.

Die Eindrücke der Branchienspitzen auf der inneren Fläche der Schaale stehen nahe zusammengedrängt, mehr als auf *Pr. Martini*, doch nicht so nahe als auf *Pr. antiquatus.* Auch sind die Spitzen weniger regelmäfsig vertheilt, als auf den letzteren; wahrscheinlich weil hier bestimmtere Anwachsrunzeln auch den Spitzen eine bestimmtere Lage anweisen.

Walch sagt, der *Pr. aculeatus* fände sich auf der ganzen Erstreckung des Zechsteins, der bedeutendsten in Deutschland, welche über Neustadt an der Orla, über Pösneck, Könitz, Saalfeld, Blanckenburg, Königsee sich fortziehe. Allein das kann in diesem Raume doch nicht überall sein. Vielmehr scheint es, sei er nur den unteren Schichten des Zechsteins eigen, von den diese Formation besonders auszeichnenden Corallen entfernt. Dahin deuten auch die näheren Angaben des Vorkommens, welche sich alle im Liegenden finden; die merkwürdigsten sind: die Gegend zwischen Bucha und Gosswitz bei Könitz, wo diese Muscheln in einem Stincksteine liegen, welcher das Dach eines zwölf bis dreizehn Lachter mächtigen Flötzes von schwarzen, überall mit Kupfererzen durchzogenen Kalkstein bildet. — In gleicher Lage scheinen auch die von Gräfenhain und von Schmerbach bei Gotha vorzukommen, und nicht anders auch die, an welchen die Umgebung von Gera so reich ist, vorzüglich bei den Dörfern Röpsen und Schwaare und zu Corbusen bei Ronneburg. Dagegen sah man in den corallerfüllten Dolomiten von Glücksbrunn an der Südseite des Thüringer Waldes bisher diese Productusart noch nicht. — In grofser Menge und von ausgezeichneter Schönheit fand man sie bei Büdingen in der Wetterau. Sonst aber in Deutschland nicht weiter, nicht bei Eisleben und auch nicht an der Nordseite des Harzes. — Auch in England scheint dieser Productus mehr den unteren Schichten des Zechsteins zu gehören. *Pr. horridus* soll, nach Sowerby, im „*magnesian limestone*" von Derbyshire ganz gewöhnlich sein. Die Figur, die auf der Ventralschlofskante stehende Röhrenreihe, der Mangel einer bestimmten Streifung läfst über Gleichheit der Art keinen Zweifel; so auch der Kern (*Pr. humerosus*) von Bredon in Derbyshire. Zwar sagt Sedgwick (*Geol. Transac: N. S. on the internal structure of the magnesian limestone* p. 119), der über den Abdrücken von Palaeothrissum zu Midderidge N. der Tees vorkommende Productus gehöre zum *Pr. antiquatus* Sow.; es ist aber durchaus nichts angeführt, welches diese sehr unwahrscheinliche Meinung begründen könnte; die Productuskerne von Humbleton an der Tees finden sich vielleicht in mittleren Schichten, und so auch *Pr. calvus* von Nosterfield N. von Ripon. — In keinem anderen Lande hat man, aufser den obigen, diese merkwürdige Productusart wiedergefunden.

Erklärung der Kupfer.

Tab. I.

Fig. 1. *Productus comoïdes.* Oberschaale von Innen. Die Kegel, welche aus dem Zusammenleimen der Spiralarme entstehen, und die Muskeleindrücke darüber treten hervor. Anfänge der zahlreichen Arme am Schlofsrande.

Fig. 2. *Productus comoïdes.* Unterschaale von Innen. Die beiden starken Lamellen, welche die beiden Kegel der Spiralarme umgeben, die Muskeleindrücke und die beiden zu einem Knötchen vereinigten Zähne der Unterschaale werden vorzüglich sichtbar.

Fig. 3. *Productus comoïdes.* Oberschaale aufserhalb. Oben mit natürlicher Streifung. Auf der unteren Seite fehlt die obere Bedeckung, und es zeigt sich, wie erst dann die Spitzen auf der inneren Seite erblickt werden. Von Altwasser in Schlesien.

Fig. 4. 5. 6. *Productus limaeformis.* Von Visé an der Maas. Hrn. Beyrich's Sammlung.

Tab. II.

Fig. 7. *Productus antiquatus.* Von oben mit Rudimenten von Röhren. Streifung und Sinus zeichnen ihn aus. Hrn. Höningshaufs' Samml.

Fig. 8. *Productus antiquatus.* Ohne obere Schaale, daher ganz mit Spitzen bedeckt. Hrn. Höninghaufs' Samml. Ratingen.

Fig. 9. *Productus antiquatus.* Innerer Kern. Man sieht die beiden, nach oben hingeneigten Kegel der Spiralarme und die Muskeleindrücke, welche über die Breite der Spiralarme nicht hervorgehen. Königl. Samml. Ratingen.

Fig. 10. *Productus punctatus.* Oberschaale mit tiefem Sinus und ohne Längsstreifung; dagegen mit concentrischen Anwachsstreifen, über welchen die Branchienspitzen auch aufserhalb hervortreten.

Fig. 11. *Productus punctatus.* Unterschaale.

Fig. 12. *Productus antiquatus.* Von der Seite, um den Sinus bis zum Schnabel hervortreten zu lassen, und das Herabhangen der Seiten, das Producirte der Schaalen, endlich die Narben auf der Schleppe, wie ein Gürtel umher. Ratingen. Hr. Beyrich.

Fig. 13. *Productus aculeatus* Schlotth. Oberschaale mit Röhrenanfängen im Bogen vom Schnabel weg, und mehrere auf dem Buckel des Rückens (von welchen doch fast immer nur noch die Narben übrig bleiben), auch mit den Eindrücken am Schlofsrande der auf der Unterschaale befindlichen Röhren.

Fig. 14. *Productus aculeatus* Schlotth. Unterschaale von Innen, mit den Muskeleindrücken und mittlerem Dissepiment.

Fig. 15. *Productus aculeatus* Schlotth. Unterschaale von Aufsen, mit Röhrenanfängen am Schlofsrande und mit den Eindrücken der bogenförmigen Röhrenreihe der Oberschaale.

Fig. 16. *Productus spinulosus.*

Fig. 17. *Productus lobatus.* Mit vier Röhren auf dem Rücken.

Fig. 18. *Productus plicatilis.* Obere Ansicht.

Fig. 19. *Productus plicatilis.* Seitenansicht, das Wenigherabhängende der Flügel zu zeigen.

Fig. 20. *Productus fimbriatus.* Mit erhöhetem Rücken.

Fig. 20. } Fig. 21. } *Productus fimbriatus.* Breite Abänderung mit dachförmigen Anwachsfalten, ohne Längsfalten. Vielleicht eine eigene Art. Von Ratingen. Höninghaufs.

Register.

Die mit Cursivschrift gedruckten Namen sind die beschriebenen Arten. Ein zweiter Name hinter dem ersteren bestimmt, unter welchem Namen sie beschrieben worden. Die ohne doppelten Namen erlauben wegen Mangel an hinreichender Abbildung und Beschreibung die genauere Bestimmung nicht.

*) Oder gehört diese Schaale zu Murch. Sil. XXII, 4. 5? was fast gewifs ein verdrückter Productus ist, und bisher der einzige dieser Art in silurischen Schichten.

Zusatz.

Zu p. 28.

9ᵇ. Productus *proboscideus.*

de Verneuil *Bulletin de la Soc. géol. de Paris* T. XI. Pl. III. F. 3 *a. b. c.* Goldfuſs T. 160. F. 17 (*Clavagella prisca*). de Koninck *Descrpt. des animaux fossiles du terrain houiller etc.* T. XI. F. 4.

Diese, ganz aus den gewöhnlichen Formen hervortretende Gestalt ist zuerst von Hrn. de Verneuil gar genau beschrieben und schön abgebildet worden. Auch hat er ihre Natur gar wohl erkannt. Die sonst als Schleppe verlängerte Oberschaale vereinigt sich hier zu einer wahren geschlossenen Röhre, welche inwendig offen bleibt.

Die Oberschaale selbst ist flach, mit wenig gewölbten Rücken, ohne Einsenkung in der Mitte; gröſstentheils von der Gröſse einer Haselnuſs; breiter als lang; mit einem geraden Schloſs, welches kürzer ist, als die Breite der Mitte; daher dem *Pr. aculeatus* Sow. sehr nahe stehend. Drei oder vier Röhrennarben lassen sich an der Auſsenseite des Schlosses bemerken. Starke, entfernt stehende Anwachswellen bedecken die Oberfläche. Auſserdem ist diese noch gar fein in die Länge gestreift. Der Schnabel ist nur klein, verbirgt aber die beiden vereinigten Zähne der Unterschaale, welche bei seinem Absprengen deutlich hervortreten. Die Unterschaale ist jederzeit concav; mit feinen, eng gedrängten Anwachsstreifen bedeckt, und mit noch viel feineren Längsstreifen. — Sie wird ganz von der Oberschaale umgeben. Diese letztere nehmlich verbreitet sich auf den Seiten (wie bei *Pr. limaeformis*); soweit, daſs endlich die Ränder beider Seiten sich berühren und am unteren Rande der Unterschaale in einer scharfen Kante zusammenstoſsen. Dann vereinigen sie sich zu einer Röhre, die sehr bald ganz cylindrisch wird. Die Unterschaale wird durch diese Ausdehnung weit zurückgedrängt und von der Oberschaale so sehr entfernt, daſs beide oft in einem rechten Winkel gegeneinanderstehen. Anwachsrunzeln bedecken ziemlich unregelmäſsig die Oberfläche der Röhre und, was sehr auffallend ist, auch die feine Streifung der Oberschaale zieht sich fast ununterbrochen an der ganzen Röhre herunter. Zuweilen verbindet sich sogar die Oberfläche dieser Röhre der Mitte ihrer Länge gemäſs und bildet auf diese Art zwei Röhren (vgl. Hrn. de Koninck's Abbildungen). Eine groſse, nie fehlende Falte trennt auf dem Rücken (nicht an den

Seiten) den unteren Rand der Oberschaale von der fortsetzenden Röhre. Diese Cylinder sind gewöhnlich drei bis viermal länger als die Schaalen. Wenn sie abbrechen, gleichen sie einer *Serpula* und mögen auch wohl schon dafür gehalten worden sein.

Diese wunderbare Gestalt ist bisher nur noch in oberen Schichten des Kohlenkalks von Visé unter Lüttich gefunden worden. Da offenbar im ersten Anfange die beiden Schaalen ohne Cylinderfortsatz vorhanden gewesen sein müssen, so ist wohl Behutsamkeit nöthig, solche nicht fortgesetzte Schaalen nicht für eine, von denen durch die Cylinder-Röhre fortgesetzten, verschiedene Art anzusehen.

Zu p. 37.

Unter den Fundorten des *Productus aculeatus* Schlottheim darf der Zechstein zu Lauban am Queifs nicht übergangen werden; es ist der östlichste Ort in Deutschland, an welchem er bisher gesehen worden ist.

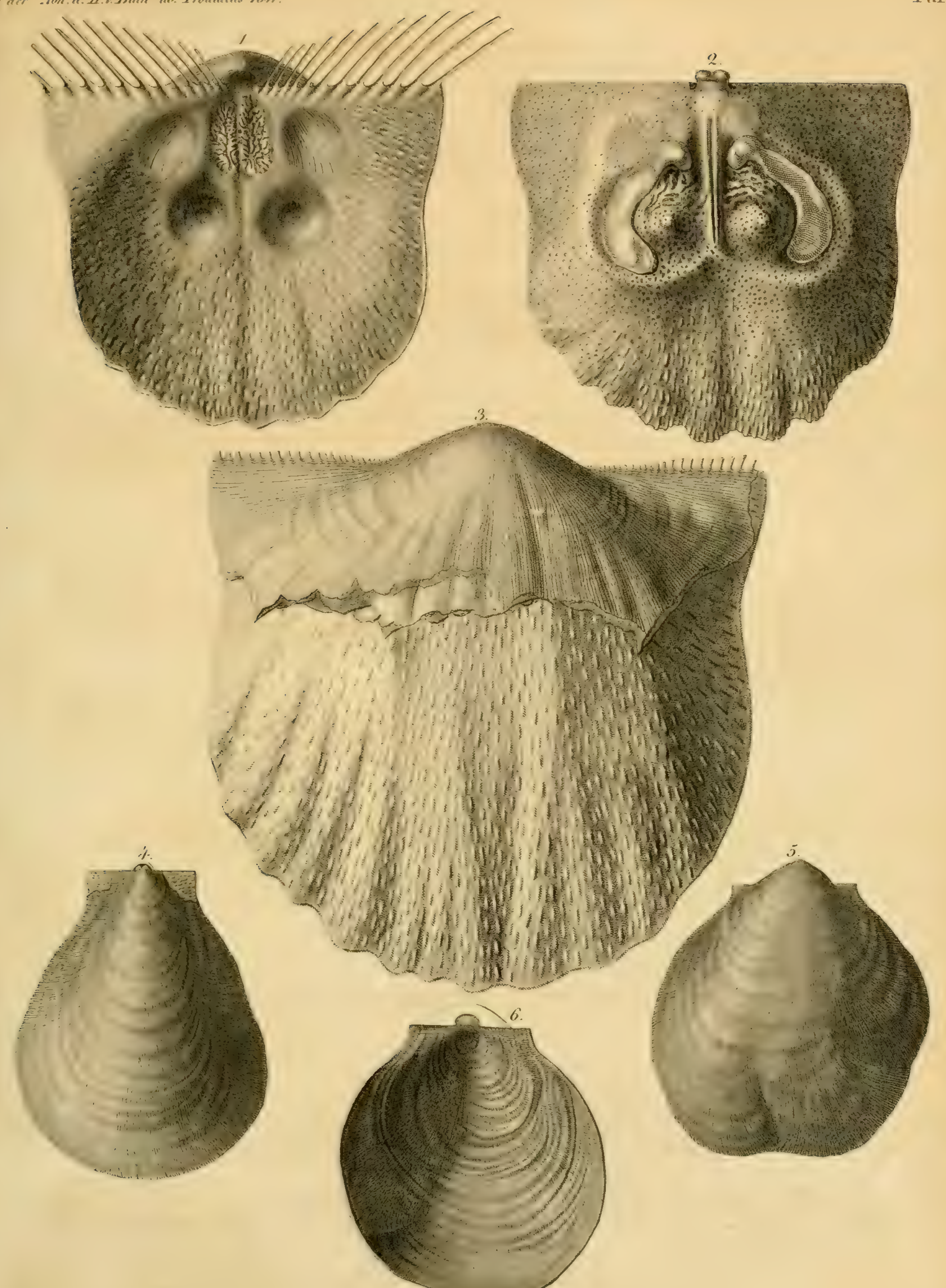
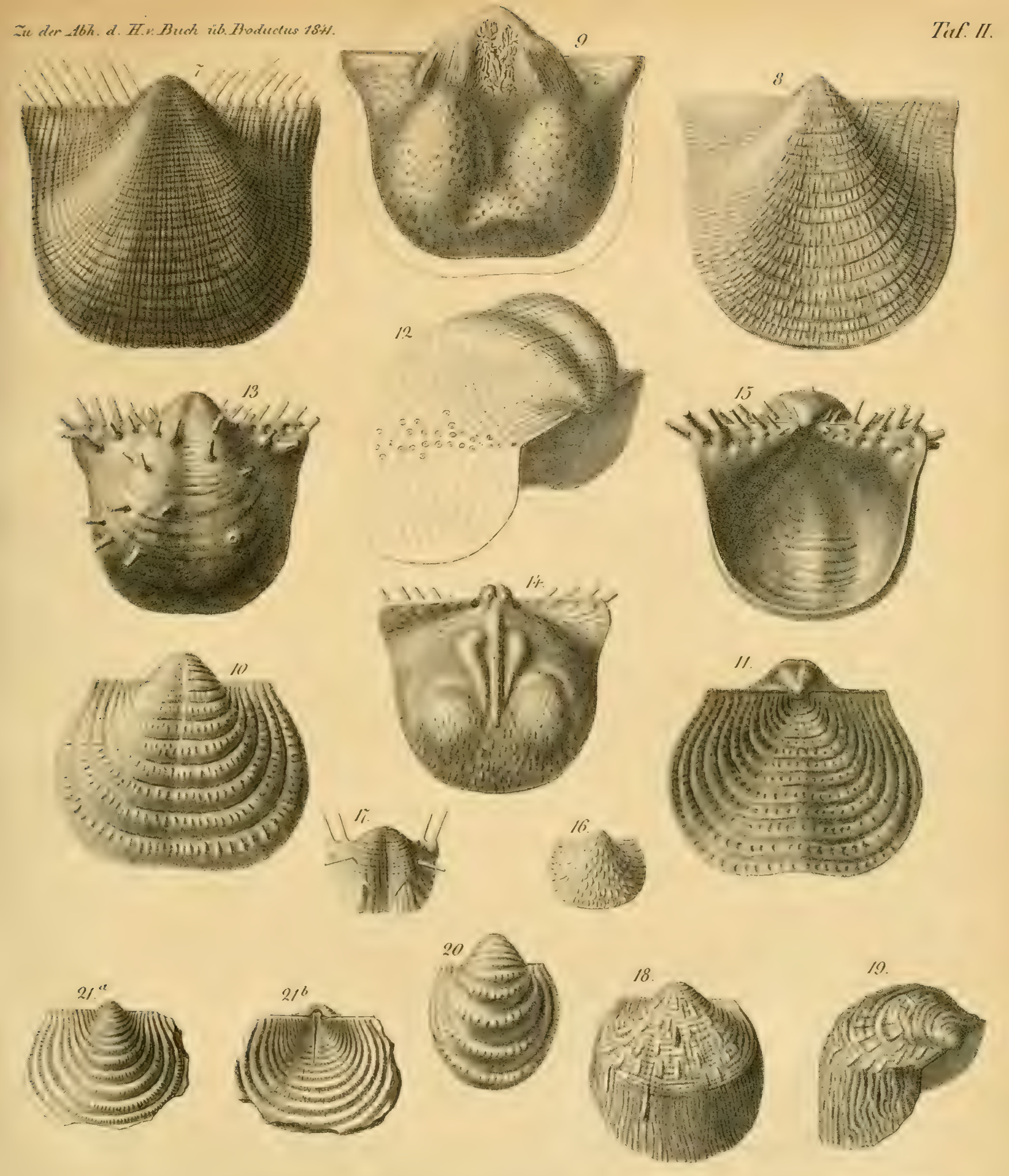


Fig. 1. Productus comoïdes, Oberschaale von innen. Fig. 2. Productus comoides, Unterschaale von innen. Fig. 3. Productus comoïdes, Oberschaale, der obere Theil vollständig, der untere ohne äussere Bedeckung. Fig. 4. u. 5. Productus limaeformis, Oberschaale. Fig. 6. Productus limaeformis, concave Unterschaale.

n. d. Nat. gez. u. gest. von Hugo Troschel.





Productus: Fig. 7, 8, 9, 12. P. antiquatus. 7, mit Rudimenten von Röhren. 8, ohne obere Schaale, daher mit Spitzen bedeckt. 9, innerer Kern. 12, Seiten-Ansicht. Fig. 10, 11. P. punctatus. 10, Oberschaale. 11, Unterschaale. Fig. 13, 14, 15. P. aculeatus. 13, mit Röhren-Anfängen in doppelter Reihe u. auf dem Rücken. 14, Unterschaale von Innen. 15, Unterschaale von Aussen. Fig. 16. P. spinulosus. Fig. 17. P. lobatus. Fig. 18, 19. P. plicatilis. 18, obere Ansicht. 19, Seiten-Ansicht. Fig. 20, 21. P. fimbriatus. 21, breite Abänderung, a, Oberschaale. b, Unterschaale.

n. d. Nat. gez. u. gest. v. H. Troschel



Über

die chemische Verbindung der Körper.

(Siebente Abhandlung.)

Von der Intensität der chemischen Verbindungen.

Von

Hrn. KARSTEN.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 9. Dec. 1841.]

Wenn die, bei einer bestimmten Temperatur, gesättigten Auflösungen eines willkührlich zusammengesetzten Gemenges von neutralen Salzen in Wasser, — insofern sich nicht schwerauflösliche Verbindungen absondern, — unter allen Umständen flüssige Mischungen von völlig gleicher chemischer Zusammensetzung darstellen, so sollte dieser Erfolg nothwendig zu dem Urtheil führen, dafs jene Flüssigkeit eine wahre chemische Verbindung ist, weil ihre Mischungsverhältnisse eben so bestimmt und unveränderlich bleiben, wie die irgend eines starren Körpers, welcher eine besondere Art bildet. Dies Urtheil, ganz verträglich mit derjenigen Betrachtungsweise, nach welcher bei den chemischen Verbindungen der Körper eine vollständige wechselseitige Durchdringung des aufgelösten Körpers und des Auflösungsmittels vorausgesetzt wird, läfst sich mit der chemischen Ansicht über die Zusammensetzung der Körper aus den Theilen ihrer Bestandtheile nicht vereinigen. Die Auflösungen der Salze in Wasser sind, nach dieser Voraussetzung, eben so wie die Auflösung eines jeden starren Körpers von bestimmter Art in dem im Überschufs vorhandenen Auflösungsmittel, eine Vereinigung des schon in der Flüssigkeit gebildet vorhandenen starren Körpers mit seinem Auflösungsmittel, wobei noch näher zu bestimmen sein würde, in welcher Art die Vereinigung zu Stande gebracht wird und wie die

Atome sich zu gruppiren haben. Die Auflösung des Chlorgoldes in beliebigen Quantitäten verdünnter Salzsäure, Wasser, Weingeist oder Äther, ist eine völlig homogene Flüssigkeit, aus welcher sich das Chlorgold, ungeachtet seines aufserordentlich überwiegenden specifischen Gewichts, nicht absondert; sie ist so wenig ein mechanisches Gemenge von Chlorgold mit dem Auflösungsmittel, dafs ihr vielmehr, wegen ihrer vollkommenen Gleichartigkeit, der Charakter einer wahren chemischen Verbindung nicht abgesprochen werden kann. Dafs durch Entfernung des Auflösungsmittels, sei es durch Verflüchtigung oder auf andere Weise, hier das Chlorgold und dort die Salze, in denselben Verhältnissen und in derselben Zusammensetzung, die sie vor ihrer Auflösung hatten, wieder dargestellt werden, kann das Urtheil über die Beschaffenheit der flüssigen Mischungen nicht bestimmen.

Es ist indefs überhaupt nicht das bestimmte oder unbestimmte Verbindungsverhältnifs, in welchem sich ein im Überschufs seines Auflösungsmittels von der Flüssigkeit aufgenommener starrer Körper in der flüssigen Mischung befindet, — denn bei jeder in einer bestimmten Temperatur gesättigten Auflösung eines Salzes in Wasser zeigt sich ja ein festes und unveränderliches Verhältnifs des Salzes zum Wasser, — sondern es sind Verhältnisse anderer Art, welche Veranlassung gegeben haben, bei flüssigen Mischungen zwischen einer chemischen Verbindung (*combinaison*) und einer einfachen Auflösung (*dissolution*) einen Unterschied zu machen. Für die dynamische Ansicht findet dieser Unterschied insofern nicht statt, als die wechselseitige Durchdringung der Materien, die sich durch die vollkommene Gleichartigkeit der Mischung zu erkennen giebt, unter allen Verhältnissen des aufgelöseten Körpers zu seinem Auflösungsmittel in der homogenen flüssigen Mischung vollbracht wird. Nach der Ansicht über die mechanische Zusammensetzung der Körper aus Theilchen, ist die stetige Erfüllung des endlichen Raumes durch keine Mischung irgend einer Art zu gestatten, dagegen wird es sehr wohl zulässig sein, durch die verschiedene Stellung und Lage der Körpertheilchen gegen einander, über das verschiedenartige Verhalten flüssiger Mischungen, die sich im Zustande der Neutralität befinden, oder bei denen der eine Bestandtheil im Übermaafs vorhanden ist, eine passende Erklärung zu geben. Sind Gründe vorhanden, Auflösung und chemische Verbindung von einander zu unterscheiden, so würde der dynamischen Hypothese der Vorwurf zu machen sein, dafs sie über das verschiedenartige Verhalten der flüssigen Mischungen, welches

durch die verschiedene Gruppirung der Körpertheilchen so leicht und einfach construirt werden kann, keinen Aufschlufs giebt.

Lassen sich auch die Grenzen zwischen Auflösungen und chemischen Verbindungen nicht feststellen, so bleibt es wenigstens gewifs, dafs ganze Klassen von flüssigen Mischungen ein anderes Verhalten zeigen als andere, und dafs der empirische Unterschied zwischen Auflösung und chemischer Verbindung nicht weggeläugnet werden kann. Die Verschiedenheit des Verhaltens der flüssigen Mischungen der einen und der andern Art, während ihrer Bildung und während ihres Bestehens, giebt sich auf mehrfache Weise zu erkennen.

1) Durch Wärmephänomene während des Auflösungsprozesses. Bei allen chemischen Verbindungen der Körper mit einander wird Wärme entwickelt, wogegen bei der einfachen Auflösung eines Körpers in Wasser oder auch in seinem im Übermaafs vorhandenen Auflösungsmittel, vielleicht nur mit wenigen Ausnahmen, Wärme gebunden, also Kälte erzeugt wird. Dies verschiedenartige Verhalten zwischen chemischen Verbindungen und einfachen Auflösungen ist um so merkwürdiger, als in der Regel das specifische Gewicht der Auflösungen gröfser ist, als es nach den specifischen Gewichten der zur Auflösung angewendeten Körper sein sollte, so dafs durch die Verdichtung nicht Wärme gebunden, sondern entwickelt werden müfste. Es ist kein Salz bekannt, bei dessen Auflösung in Wasser nicht Wärme gebunden würde, und es giebt wenig Salze, deren wässerige Auflösungen nicht ein gröfseres specifisches Gewicht besäfsen, als ihnen nach der Berechnung zukommt. Nur der Salmiak, vielleicht auch die übrigen ammoniakalischen Salze, machen von jener Regel eine Ausnahme, indem das mittlere specifische Gewicht ihrer wässerigen Auflösungen kleiner ist, als es nach der Berechnung sein sollte. Dafs beim Auflösen der ammoniakalischen Salze in Wasser Wärme gebunden wird, ist daher ganz in der Ordnung, aber es läfst sich nicht einsehen, warum Kälte entsteht, wenn Salze in Wasser aufgelöst werden, deren Auflösungen ein specifisches Gewicht besitzen, welches das berechnete mittlere specifische Gewicht bedeutend überschreitet. 15 Gewichtstheile Kalisalpeter, bei einer Temperatur von 15° Reaum. in 60 Theilen Wasser aufgelöst, verursachen eine fünfmal gröfsere Depression des Thermometers als dieselben Quantitäten Kochsalz und Wasser. Die wässerigen Auflösungen beider Salze zeigen eine ansehnliche Verdichtung, welche

F 2

bei der des Kochsalzes gröfser ist als bei der Auflösung des Kalisalpeters in Wasser, woraus sich zwar die gröfsere Kälteerzeugung bei diesem als bei jenem Salz, aber nicht die Ursache der Wärmebindung überhaupt erklären läfst. Es ist nicht zu bezweifeln, dafs diese Wärmephänomene, bei einer gründlicheren Kenntnifs der specifischen Wärme des Wassers, der verschiedenen Salzarten und deren wässerigen Auflösungen, ihre vollständige Erklärung finden werden, indefs sollte hier nicht auf den Grund des Verhaltens, sondern auf das verschiedenartige Verhalten selbst, nämlich auf die Wärmeentwickelung bei den chemischen Verbindungen und auf die Wärmebindung bei den einfachen Auflösungen hingedeutet werden. Alle Salze mit Krystallwasser, welche an der Luft einen Theil desselben durch sogenannte Verwitterung verloren haben, erhitzen sich mit Wasser und erzeugen beim Auflösen keine Kälte, weil die Verbindung des Salzes mit so viel Wasser, als zum Ersatz des durch Verwitterung verlorenen Krystallwassers und zur Wiedererzeugung einer bestimmten Art erforderlich ist, nicht als eine Auflösung, sondern als eine wirkliche chemische Verbindung betrachtet werden mufs.

2) Durch den Einflufs der Temperatur oder auch zuweilen (bei der Vereinigung gasartiger Substanzen mit einander, oder mit flüssigen und starren Körpern) des äufsern Drucks auf die Quantitätsverhältnisse der Mischung. Bei einer einfachen Auflösung ist das Verhältnifs des auflösenden zu dem aufzulösenden Körper ganz abhängig von der Temperatur. Bei einer wirklichen chemischen Verbindung haben Temperatur und Druck keinen Einflufs auf das Verbindungsverhältnifs, indem die Körper sich nur in einem einzigen bestimmten Verhältnifs vereinigen, oder, wenn mehre Verbindungsstufen vorkommen, das Mischungsverhältnifs immer von der Art ist, dafs der aufzulösende Körper in der doppelten, dreifachen Menge, oder in irgend einem andern bestimmten Verhältnifs zu dem als Einheit erkannten Grundverhältnifs von dem auflösenden Körper aufgenommen wird. Bei der einfachen Auflösung erfolgt die Verbindung der Körper nicht sprung- oder stufenweise, sondern die Temperatur und andere äufsere Einflüsse bestimmen das Verhältnifs des aufzulösenden Körpers zu seinem Auflösungsmittel in der flüssigen Mischung. Eine gewisse Quantität Schwefelsäure löst in der Frostkälte nicht mehr oder weniger Zink auf, als in der Siedhitze des Wassers, und nach vollbrachter Auflösung läfst sich immer nur dieselbe Quantität Zinkvitriol aus der Mischung darstellen. Die Menge des Zinkvitriols, sowie die eines jeden

andern Salzes, welche vom Wasser oder von einem andern Auflösungsmittel aufgenommen wird, hängt ganz allein von der Temperatur ab, und es giebt daher eben so viele Sättigungsgrade als sich Temperaturdifferenzen denken lassen.

3) Durch das Verhalten der flüssigen Mischungen zu einem dritten Körper. Bei einer wirklichen chemischen Verbindung kann sich das Auflösungsmittel, wenn es die Sättigungsstufe mit einem Körper erreicht hat, nicht noch mit einem dritten Körper verbinden, oder doch nur in dem Fall, wenn von dem zuerst aufgelösten Körper eine den Mischungsgewichten entsprechende Quantität aus der Mischung wieder abgesondert wird. Bei der gewöhnlichen Auflösung vermag das Auflösungsmittel, wenn es mit dem Körper *a* in einer bestimmten Temperatur gesättigt ist, häufig noch gewisse Quantitäten von den Körpern *b*, *c*, *d* .... in derselben Temperatur aufzunehmen, ohne dafs dadurch die Verbindung mit dem Körper *a* aufgehoben werden dürfte.

4) Durch den verschiedenartigen Einflufs der Wärme auf die schon gebildeten flüssigen Mischungen. Wenn sich nämlich das Auflösungsmittel in der gewöhnlichen oder auch in einer etwas erhöheten Temperatur verflüchtigen läfst, so wird das Verhältnifs desselben zu dem aufgelösten Körper ununterbrochen vermindert, ohne dafs dadurch die Natur des letztern, sobald er aus der flüssigen Mischung als eine besondere Art dargestellt wird, verändert würde. Die Verminderung findet ihre Gränze erst dann, wenn der Punkt erreicht ist, wo das Verhältnifs des Auflösungsmittels nicht weiter abnehmen kann, ohne den aufgelösten Körper selbst zu zerstören oder seine Natur zu verändern. Was hier als Wirkung der Wärme erscheint, kann in manchen Fällen durch einen Zusatz eines Körpers zu der flüssigen Mischung bewirkt werden, wenn der zuzusetzende Körper die Fähigkeit besitzt, sich mit dem im Übermaafs vorhandenen Auflösungsmittel zu verbinden, ohne eine chemische Einwirkung auf den aufgelösten Körper zu äufsern. Aus der wässerigen Auflösung kann durch Zusatz von Alkohol, von concentrirter Schwefelsäure oder von anderen Substanzen, welche eine grofse Verbindungsfähigkeit mit dem Wasser zeigen, ein Theil des aufgelösten Salzes niedergeschlagen werden, aber die Wirkung erstreckt sich nicht weiter als auf diese Absonderung, denn auf das Salz selbst oder auf die wahre und eigentliche chemische Verbindung hat der hinzugefügte Körper keinen Einflufs.

Man mag sich über den Zustand, in welchem sich der aufgelöste Körper und sein Auflösungsmittel in der flüssigen Mischung befinden, eine Vorstellung machen, welche man will, so mufs doch zugestanden werden, dafs die Mischungen, sowohl bei ihrem Entstehen als bei ihrem Bestehen und bei ihrer Zerstörung, ein so abweichendes Verhalten zeigen, dafs der Zustand der Verbindung als ein wesentlich verschiedener betrachtet werden mufs, und dafs der Unterschied zwischen Auflösung und chemischer Verbindung ganz gerechtfertigt erscheint. Vielleicht giebt es, um diesen Unterschied deutlich einzusehen, kein auffallenderes Beispiel als das Verhalten, welches die Schwefelsäure und die schwefelichte Säure, beide mit Wasser verbunden, beim Zusammengiefsen in bestimmten Verhältnissen darbieten. 5 Theile Schwefelsäure und 4 Theile schwefelichte Säure enthalten den Schwefel und den Sauerstoff in denselben Verhältnissen, wie sie in der Unterschwefelsäure aufgefunden sind. Die Mischung von beiden Säuren ist vollkommen homogen, und der Dynamiker ist genöthigt, eine chemische Durchdringung der in der Mischung befindlichen Körper in derselben Art einzuräumen, wie er dieselbe bei jeder Auflösung, wie etwa bei der eines Salzes in Wasser, in Anspruch nimmt. Die Mischung verhält sich aber durchaus nicht wie Unterschwefelsäure, denn wenn sie mit einer Base versetzt wird, die zu beiden Säuren eine Verbindungsfähigkeit besitzt, so erhält man kein unterschwefelsaures, sondern ein Gemenge von schwefelsaurem und schwefelichtsaurem Salz. Für die Atomenlehre ist dieses Verhalten ein Beweis für die von ihr vorausgesetzte Gruppirung der Schwefel- und der Sauerstoffatome zu Schwefelsäure und zu schwefelichter Säure, die durch das Zusammengiefsen beider Säuren nicht verändert wird.

Das Verhalten der flüssigen Mischungen, von denen sich nicht erweisen läfst, dafs sie sich im Zustande eines blofsen Gemenges befinden, führt einfach zu der Ansicht, dafs es nicht genügt, die Beschaffenheit einer Mischung nach dem Verbindungsverhältnifs allein zu beurtheilen, sondern dafs nothwendig auch die Intensität der Verbindung, nämlich d e r G r a d d e r V e r d i c h t u n g, den die Körper bei ihrer Vereinigung wechselseitig erfahren, berücksichtigt werden mufs. Bei jeder chemischen Verbindung werden das Verbindungsverhältnifs und der Verdichtungszustand der Mischung für deren Natur und Beschaffenheit entscheidend sein. Man könnte lockerere und innigere Verbindungen unterscheiden, um durch den Namen schon den Grad

der Verdichtung der Materie in der Mischung anzudeuten. Je lockerer die Vereinigung, desto leichter wird sie auch wieder aufgehoben werden. Die lockersten Verbindungen sind wahrscheinlich die Verbindungen der Gasarten, die sich nicht oder nur wenig verdichten. Ein Beispiel von einer solchen Verbindung bietet die atmosphärische Luft dar. Man kennt nicht die Mittel, welche die Natur anwendet, um das Verhältnifs des Sauerstoffgases zum Stickgase auf eine wunderbar überraschende Weise in der Atmosphäre aufrecht zu erhalten. So locker die Verbindung der beiden Gasarten auch sein mag, so ist das Verbindungsverhältnifs doch wahrscheinlich schon genügend, um die Absonderung des einen, oder die Aufnahme des anderen Bestandtheils befördern und erleichtern zu helfen, wenn einer über den andern durch irgend einen Prozefs der Natur ein Übergewicht erhalten sollte. Beide Gasarten erhalten sich wechselseitig etwa in derselben Art im Gleichgewicht, wie zwei Salze, die bis zur Sättigung im Wasser aufgelöst sind und von denen das eine durch das andere verhindert wird, sich in derjenigen Menge mit dem Wasser zu verbinden, wie es ohne die Gegenwart des andern Salzes geschehen sein würde; oder wie zwei Salze, die sich wechselseitig aus der Auflösung in Wasser niederschlagen, um unverändert dieselben Verhältnisse in der Auflösung festzuhalten, die ihnen für einen bestimmten Grad der Temperatur zukommen.

Etwas inniger als die Verbindungen von Gasarten, welche durch die sogenannte Diffusion derselben entstehen, mögen diejenigen Verbindungen sein, welche bei den Absorptionsphänomenen erhalten werden. Diese Verbindungen tragen schon mehr den Charakter der chemischen Vereinigung an sich, indem bei der Absorption der Gasarten durch Flüssigkeiten oder durch poröse Körper Wärme entwickelt wird und das Maximum der Gasarten nachgewiesen werden kann, welches sich durch Absorption mit den flüssigen oder mit den porösen starren Körpern verbindet. Man weifs sogar, dafs das eine Gas durch das andere theilweise ausgetrieben wird, wobei sich kein Vorzug des einen Gases vor dem andern weiter geltend macht, als derjenige, welcher aus den Verbindungsverhältnissen selbst entspringt. Von dem, was man nähere oder entferntere Verwandtschaft genannt hat, zeigt sich bei diesen Verbindungen nichts, sondern die Gasarten verdrängen sich wechselsweise und setzen sich in ein Gleichgewicht, genau so, wie sich einige Salze wechselseitig aus der wässerigen Auflösung so lange verdrängen, bis sie das für eine be-

stimmte Temperatur ihnen zustehende Gleichgewicht in der flüssigen Mischung erreicht haben. Durch geringe Temperaturerhöhung werden diese lockeren Verbindungen in der Regel schon wieder aufgehoben.

Dafs auch bei der Auflösung der Salze in Wasser oder in dem im Übermaafs vorhandenen Auflösungsmittel, oder in irgend einer andern Flüssigkeit, zu welcher die Salze eine Verbindungsfähigkeit besitzen, eine bedeutende Verdichtung des auflösenden und des aufzulösenden Körpers nicht erfolge, ergiebt sich aus der Wärmeabsorption, die mit dem Auflösungsprozefs verbunden ist. Auch diese flüssigen Mischungen müssen daher als sehr lokkere Verbindungen betrachtet werden, und es kann nicht befremden, dafs die Verbindung durch Verdampfen des im Übermaafs vorhandenen Auflösungsmittels oder durch Hinzubringen eines andern Körpers, welcher sich mit dem Auflösungsmittel vereinigt, wieder aufgehoben wird. Dennoch ist der Verbindungszustand innig genug, um zu bewirken, dafs sich das Auflösungsmittel zwischen dem aufgelösten Salz und dem hinzugefügten Körper theilt, so dafs es niemals gelingt, durch vergröfserte Zusätze des letztern das aufgelöste Salz ganz abzusondern. Aus einer wässerigen Auflösung von Kochsalz schlägt absoluter Alkohol in einer bestimmten Temperatur immer nur eine gewisse Quantität Kochsalz nieder, und die gänzliche Absonderung des letztern durch Alkohol ist ganz unstatthaft, es mag die Quantität desselben auch noch so sehr vergröfsert werden. Dieser Erfolg läfst sich nicht — wie es gewöhnlich geschieht, — dadurch erklären, dafs der mit Wasser verbundene Alkohol die Eigenschaft besitze, das Kochsalz aufzulösen, sondern er findet seine Erklärung darin, dafs Kochsalz und Alkohol um die Verbindung mit dem Wasser kämpfen und sich in dessen Besitz theilen, weil sowohl die Verbindung des Kochsalzes, als die des Alkohols, mit dem Wasser Vereinigungen von geringer Intensität und schwacher Verdichtung darstellen, so dafs keine von diesen Verbindungen die andere vollständig überwältigen kann.

Von anderer Art sind die Erscheinungen, welche sich beim Auflösen eines an der Luft zerfallenen oder verwitterten Salzes in Wasser darbieten. Die erste Wechselwirkung beider Körper auf einander besteht darin, dafs sich eine neue Art bildet, welche sich zuerst absondert, aber sogleich nach erfolgter Bildung vom Wasser aufgelöst wird. Der Prozefs ist also ein zusammengesetzter, bei welchem zuerst eine starke Verdichtung und demnächst eine schwache eintritt. Dem krystallisirten Salz mit Krystallwasser vermag

der Alkohol dieses, wenigstens in der gewöhnlichen Temperatur, nicht mehr, oder nur zu einem geringen Theil zu entziehen. In einer erhöheten Temperatur wird die Verbindung lockerer, und nun gelingt es dem Alkohol, sich eines gröfsern Antheils des Krystallwassers des Salzes zu bemächtigen.

Am gröfsten ist die Verdichtung und daher auch am stärksten die Wärmeentbindung, wenn zwei Körper sich in den zur Bildung einer besondern Art erforderlichen Verhältnissen mit einander vereinigen. Auch bei solchen Arten, in deren Mischung das Wasser mit eingeht, ist die Verdichtung zuweilen so grofs, dafs sie den höchsten Graden der Temperatur ausgesetzt werden können, ohne den Lockerheitszustand zu erhalten, welcher zur Wasserbildung und Wasserentziehung durch Verflüchtigung erforderlich ist. Mit Recht sind es die chemischen Verbindungen, die eine bestimmte Art bilden, welche die Aufmerksamkeit der Chemiker vorzugsweise beschäftigt haben. Sie sind es auch zugleich, welche nach der Ansicht über die Zusammensetzung der Körper aus einfachen und zusammengesetzten Atomen, nur allein als wahre chemische Verbindungen angesehen werden. Zu einer solchen Annahme ist für den Dynamiker kein Grund vorhanden, weil die Verbindungsverhältnisse der Mischung so wenig, als der Verdichtungszustand der Materie, über den Begriff von einer chemischen Verbindung entscheiden. Nun läfst sich aber über den Zustand der Körper in einer flüssigen Mischung durch Erfahrung oder durch einen Versuch kein Urtheil abgeben. Keine Erfahrung berechtigt, in der Flüssigkeit das Vorhandensein einer schon gebildeten Art vorauszusetzen, aber die Erfahrung kann auch nicht die Überzeugung verschaffen, dafs bei einer homogenen flüssigen Mischung eine vollständige Durchdringung aller ihrer Bestandtheile dergestalt stattgefunden habe, dafs jeder derselben ganz, einen und denselben Raum erfüllt. Nur der Verstand, — so scheint es — ist genöthigt, bei einer vollkommen gleichartigen flüssigen Mischung, die einen endlichen Raum einnimmt, diese Gleichartigkeit in jedem unendlich kleinen Theil dieses Raumes als vorhanden anzuerkennen. Man betrachtet atomistisch die flüssigen Mischungen aber als Aggregate einer bestimmten Art mit Wassertheilchen oder mit den Theilchen eines oder des andern des im Übermaafs vorhandenen und im flüssigen Zustande befindlichen Bestandtheils. Nach der dynamischen Ansicht kann die Art nicht gebildet in der flüssigen Mischung vorhanden sein, weil diese eine homogene Vereinigung aller ihrer Bestandtheile ist. Wenn eine aus

Kali und Salpetersäure, mit einem Überschufs des einen oder des andern Bestandtheils gebildete, flüssige Mischung gegeben wäre, so wird vorausgesetzt, dafs in der Mischung Kalisalpeter vorhanden und mit Atomen von Kali oder von Salpetersäure umlagert ist, indem beim Verdampfen der Flüssigkeit immer nur neutraler Kalisalpeter gebildet wird. Die gänzliche Verschiedenartigkeit des Zustandes der flüssigen Mischung und des als eine besondere Art aus derselben ausgeschiedenen Kalisalpeters giebt dem Dynamiker dagegen die Überzeugung, dafs keiner von beiden Körpern in der flüssigen Mischung befindlich, sondern dafs ein neuer Körper gebildet worden ist, der nur so lange existirt, als die Verhältnisse fortdauern, unter welchen die flüssige Mischung entstanden ist. Wenn sich die Atomenlehre auf die Erfahrung beruft, dafs noch niemals eine Verbindung von Kali und Salpetersäure, aufser in den Mischungsverhältnissen, die den beiden Körpern im Kalisalpeter zukommen, dargestellt worden sei; so räumt der Dynamiker ein, dafs die Verbindung beider Körper zu einer besondern Art zwar nur in dem einzigen bisher aufgefundenen Mischungsverhältnifs statthabe, dafs aber eine unendliche Menge von chemischen Verbindungen zwischen beiden Körpern, so lange sich die Mischung im flüssigen und homogenen Zustande befindet, als möglich und als wirklich vorhanden, zugegeben werden müsse. Welche von beiden Hypothesen die richtige sei, darüber kann auch dann nicht entschieden werden, wenn statt des Kali eine andere, in Wasser unauflösliche Base, ein Metall oder ein Metalloxyd, gesetzt wird. Der auf diese Art abgeänderte Versuch kann keinen andern Aufschlufs geben, als den, dafs die in Wasser nicht auflösbaren Basen das bekannte Verbindungsverhältnifs mit der Säure auch im flüssigen Zustande der Mischung nicht überschreiten. So charakteristisch aber auch dies Verhalten der flüssigen, nach bestimmten Verbindungsverhältnissen gebildeten Mischungen sein mag, so wenig kann es als ein absolut unabänderliches betrachtet werden. Es dürften nur wenige Metalle und Metalloxyde vorhanden sein, die in erhöhter Temperatur, nämlich in anhaltender Siedhitze, nicht noch ein anderes, als das sogenannte neutrale, Verbindungsverhältnifs, mit der Säure eingehen. Dafs die dabei entstehenden Verbindungen nicht aufgelöst bleiben, sondern als besondere Arten aus der Flüssigkeit ausgeschieden werden, weil sie in derselben nicht auflöslich sind, ändert im Erfolge nichts ab, und dieser Erfolg besteht wesentlich darin, dafs sich die Säure in der Siedhitze mit der im Wasser unauflöslichen Basis

eben so wohl als mit der darin auflöslichen, mit einer gröfsern Quantität der Basis verbindet, wie in der gewöhnlichen Temperatur. Dieser Erfolg zeigt offenbar, dafs die Mischungen, welche man nur allein als chemische Verbindungen zu betrachten geneigt ist, durch allmälige Übergänge sich den sogenännten Auflösungen annähern, so wie die Auflösungen den Absorbtionserfolgen und diese den Diffusionserscheinungen bei den Gasen. Setzt man statt der unauflöslichen, eine in Wasser auflösliche Base, so ist man vollkommen berechtigt, die homogene flüssige Mischung gleichfalls als eine basische Verbindung der Säure mit der Basis, wenngleich in unbestimmten Verhältnissen und in einem als eine besondere Art nicht darstellbaren Zustande, zu betrachten. Auch einige Erden liefern basische Verbindungen, wenn sie mit ihren neutralen Salzen anhaltend in der Siedhitze behandelt werden. Tritt ein ähnlicher Erfolg bei den alkalischen Basen nicht ein, so kann der Grund in der leichten Auflöslichkeit der Alkalien und der alkalischen basischen, für sich nicht darstellbaren Salze gesucht werden. Die Bildung basischer Salze, als für sich darstellbarer Arten, wird in dem Maafse schwieriger, in welchem die Intensität der Verbindung zu neutralen Salzen, d. h. die Verdichtung der Bestandtheile der Mischung, gröfser wird. Von den Alkalien und den mehrsten Erden ist es bekannt, dafs sie sich im Zustande einer aufserordentlichen Verdichtung befinden, indem sie als Oxyde ein gröfseres specifisches Gewicht, wie im metallischen Zustande, besitzen, eine Eigenschaft, welche sie auf die neutralen Verbindungen mit Säuren übertragen.

Aus dem Zustand der flüssigen Mischungen läfst sich also nicht entnehmen, wie die Verbindung der Körper, aus denen sie hervorgegangen sind, vollbracht wird. Aber das Verhalten dieser Mischungen setzt es aufser Zweifel, dafs sich der neu gebildete flüssige Körper, nach den Umständen unter welchen er entstanden ist, in einem sehr verschiedenen Grade der Verdichtung befinden kann, eine Verschiedenheit, die sich vorzugsweise durch Wärmeerscheinungen im Akt seiner Bildung, durch die Wärmecapacität und durch das specifische Gewicht während seines Bestehens, so wie durch die leichtere und schwierigere Zersetzbarkeit bei der Einwirkung der Wärme oder einer fremden Materie in dem Augenblick seiner Vernichtung, zu erkennen geben mufs. Nur diejenigen flüssigen Mischungen, welche eine für sich bestehende eigenthümliche Art bilden, und denen der flüssige Cohäsionszustand in der gewöhnlichen Temperatur eigenthümlich ist, zeigen stets

und nothwendig eine Zusammensetzung nach bestimmten Verhältnissen, welche sich bei ihrer Zerstörung nach Maafs und Gewicht nachweisen lassen. Diese Zusammensetzung, als das Resultat der Analyse, wird für Flüssigkeiten, die ganz verschiedene Wärmecapacitäten und verschiedene specifische Gewichte besitzen, und welche ganz verschiedenen Zerstörungsformen in der erhöheten Temperatur oder durch die Einwirkung fremder Stoffe unterliegen, also für Flüssigkeiten, die in der Natur und in ihrem Verhalten durchaus verschieden sind, möglicherweise ganz gleich gefunden werden können. Auf dies Resultat, so überraschend es scheint, ist man schon durch das verschiedenartige Verhalten der flüssigen Mischungen nach unbestimmten Verbindungsverhältnissen vorbereitet; es erscheint als eine nothwendige Folge der verschiedenartigen Verdichtung der Materie, worauf die Verbindungsverhältnisse an sich ohne Einflufs sind.

Bei den nicht einfachen, festen oder starren Körpern ist, mit wenigen Ausnahmen deren Betrachtung nicht hierher gehört, stets eine Zusammensetzung nach bestimmten Verhältnissen der Mischung vorauszusetzen, weil sie sich schon als eine bestimmte Art aus einer flüssig gewesenen Mischung abgesondert haben. Bei ihnen wird, fast noch mehr wie bei den flüssigen Mischungen, der Einflufs der gröfsern und geringern Verdichtung der Materie auf das physikalische und chemische Verhalten des Körpers erkennbar. Selbst bei den einfachsten Verbindungsverhältnissen zeigt sich diese Verschiedenheit. Wie verschieden ist das Verhalten der geglühten und der nicht geglühten oxydirten Körper, des auf nassem Wege bereiteten schwarzen und des durch Sublimation gewonnenen rothen Zinnobers, des Schwefel- und des Kammkieses, des Kalkspaths und des Arragons, des Granat und des Vesuvian? Erst durch genaue und wiederholte Analysen ist es endlich gelungen, sich die Überzeugung zu verschaffen, dafs diese Körper und viele andere, die noch genannt werden könnten, in ihrer chemischen Zusammensetzung nicht abweichen, obgleich ihr physikalisches und chemisches Verhalten diese Voraussetzung vollkommen rechtfertigten, so lange durch die Analyse das Gegentheil noch nicht erwiesen war. Sogar bei einfachen Stoffen zeigt sich bekanntlich das ganz verschiedenartige Verhalten, welches nur allein durch die verschiedenen Grade der Verdichtung der Materie veranlafst wird. Wie verschieden mufs, um ein Beispiel von minder zusammengesetzten Körpern anzuführen, die Verdichtung des Eisens und des Sauerstoffs im

Magneteisenstein und im Eisenglanz, wie verschieden die Verdichtung des Eisens und des Schwefels im Magnetkies und im Schwefelkies sein, indem der Eisenglanz den Magneteisenstein, der Schwefelkies den Magnetkies im specifischen Gewicht übertreffen, obgleich nach den Verbindungsverhältnissen gerade das Gegentheil hätte eintreten sollen. Ist es etwa die Verschiedenheit in der chemischen Zusammensetzung und ist es nicht vielmehr blofs der verschiedene Grad der Verdichtung der Materie, wodurch der bei 148° C. erhitzte Gips dem natürlichen Anhydrit ähnlich wird und die Eigenschaft, sich mit Wasser zu verbinden, verloren hat, welche er in hohem Grade besitzt, wenn die Erhitzung die Temperatur von 132° C. nicht überschreitet? Das physikalische und das chemische Verhalten der Körper sind also offenbar von ihrer chemischen Zusammensetzung und von den Verbindungsverhältnissen der Stoffe, aus denen sie hervorgegangen sind, allein nicht abhängig, sondern der Grad der Verdichtung der Materie ist nicht minder das Bestimmende für ihr Verhalten und für ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften. Die wichtige und einflufsreiche Lehre von der Isomorphie der Körper, deren Begründung und scharfsinnige Ausführung die Wissenschaft Herrn Mitscherlich zu verdanken hat, findet ihren letzten Grund in der Verschiedenheit der Verdichtungsgrade der Materie, welcher für einzelne Reihen von Körpern einem gemeinschaftlichen und übereinstimmenden Gesetz unterworfen zu sein scheint, während für andere Reihen von Körpern ein abweichender Verdichtungszustand derselben Materie stattfinden kann.

Es ist sehr schwer, die Gränze zwischen einer organischen und unorganischen chemischen Verbindung zu bestimmen. Allenfalls könnte man diejenigen Verbindungen organische nennen, bei denen ein solcher Grad der Verdichtung ihrer Grundbestandtheile stattfindet, dafs sie aus diesen ihren Grundbestandtheilen durch die bis jetzt bekannten chemischen Reactionen nicht dargestellt werden können. Die Vorstellung, dafs organische Körper Verbindungen von wenigstens drei Elementen sind, hat längst wieder aufgegeben werden müssen, oder man würde auch die Sauerkleesäure, das Citronenöl, das Terpentinöl zu den unorganischen Verbindungen deshalb zählen müssen, weil nur zwei Elemente in ihre Mischung eingehen. Aufserdem ist die Vorstellungsart von der Zusammensetzung der Körper nach binären, ternären u. s. f. Verbindungen mit eingestreuten leeren Räumen, wobei die Stellung und durch eine beliebige Vervielfachung sogar die Gröfse der Atome

und der leeren Räume dem jedesmaligen Bedürfnifs gemäfs verändert werden kann, eine ganz hypothetische und völlig unerweisbare. Macht etwa der Anblick eines reinen klaren Bergkrystalles, oder des Isländischen Doppelspaths den Eindruck der Ungleichartigkeit der Materie, welche den Raum erfüllt? Den Eindruck, als ob Atome von Sauerstoff und Silicium, oder Atome von Sauerstoff, Kohle und Calcium mit einer unendlichen Anzahl von leeren Räumen in der Masse des Krystalles abwechseln? Schon vor einem halben Jahrhundert urtheilte Kant über diese Vorstellungsart: „Alles was uns des Bedürfnisses überhebt, zu leeren Räumen unsere Zuflucht zu nehmen, ist wirklicher Gewinn für die Naturwissenschaft. Denn diese geben gar zu viel Freiheit der Einbildungskraft, den Mangel der innern Naturkenntnifs durch Erdichtung zu ersetzen. Das absolut Leere und das absolut Dichte sind in der Naturlehre ohngefähr das, was der blinde Zufall und das blinde Schicksal in der metaphysischen Wissenschaft sind, nämlich ein Schlagbaum für die herrschende Vernunft, damit entweder Erdichtung ihre Stelle einnehme oder sie auf dem Polster dunkler Qualitäten zur Ruhe gebracht werde". — Man wird hinzusetzen müssen, dafs auch der Begriff von dem Wesen der Körpertheilchen, welche durch die leeren Räume unterbrochen werden, nicht geeignet ist, die inneren Widersprüche zu heben, zu welchen die Atomenlehre führen mufs. Alles, was ausgedehnt ist, mufs theilbar sein; man gesteht daher den Atomen die geometrische Theilbarkeit zu, spricht ihnen aber die physische ab. Will man sich auch über diese Vorstellung, mit welcher der Mathematiker am wenigsten einverstanden sein kann, hinwegsetzen, und gelingt es dem widerstrebenden Verstande, sich die Atome der Körper als mathematisch theilbare und physisch untheilbare, feste und starre Theilchen zu denken; so bleibt ihm noch die zweite Schwierigkeit zu überwinden, sich nicht allein die starren, sondern auch die tropfbar flüssigen und die luftförmigen Körper als Aggregate von solchen festen, starren, absolut dichten und widerstehenden Körpertheilchen vorzustellen. Die stetige Erfüllung eines endlichen Raumes durch die Materie, welche die Atomenlehre verwirft, mufs sie also für einen unendlich kleinen Theil dieses Raumes nothwendig voraussetzen, mit welcher Voraussetzung aber die physische Theilbarkeit der Atome im Widerspruch steht. Wollte man, um diesem Widerspruch zu entgehen, die physische ebenso, wie die mathematische Theilbarkeit der Atome einräumen, so würde dadurch der Begriff von Atomen aufgehoben werden, und die

Atomenlehre wird genöthigt sein, die stetige Erfüllung eines endlichen Raumes durch die Materie gleichzeitig zu läugnen und zu behaupten. Die organischen Verbindungen sind es, bei welchen die Vervielfachung und die Veränderung in der Lage der Atome besonders in Anspruch genommen werden. Der Grund liegt darin, dafs bei den organischen Verbindungen noch häufiger, als bei den unorganischen, der Fall eintritt, dafs die verschiedenartige Verdichtung der Materie, bei übrigens gleicher chemischer Zusammensetzung, eine grofse Verschiedenartigkeit im physikalischen und chemischen Verhalten der Körper veranlafst.

Während man den Begriff von chemischer Verbindung zu sehr zu beschränken und nur auf Verbindungen von bestimmten Verhältnissen anzuwenden bemüht gewesen ist, hat man dem Begriff von chemischer Trennung eine ungebührliche Ausdehnung, und, wie es scheint, nur allein aus dem Grunde gegeben, weil die Bildung einer neuen Art durch die Aufhebung der Mischungsverhältnisse anderer Arten bewirkt werden mufs. Erhöhete Temperatur macht die unorganischen Verbindungen bald lockerer, bald verdichtet sie dieselben mehr. Die organischen Verbindungen werden, wohl ohne Ausnahme, lockerer und schon in mäfsig gesteigerten Temperaturen vernichtet und zu neuen Arten umgebildet. Dieser Vernichtung liegt keine chemische Einwirkung auf den Körper zum Grunde; sie ist ganz allein eine Folge der Auflockerung oder der geringern Verdichtung der Materie, weshalb gewöhnlich die Beschaffenheit der entstehenden Produkte von der Höhe der Temperatur abhängt, in welcher die Entmischung des Körpers erfolgt. Auch die unorganischen Verbindungen werden in erhöhten Temperaturen nicht in Folge eines chemischen Prozesses entmischt, sondern bald mehr aufgelockert, bald stärker verdichtet; in beiden Fällen aber neue Arten gebildet.

Die Entmischung organischer Verbindungen und die damit verbundene Bildung neuer Arten, durch die blofse Anwesenheit eines andern Körpers, welcher an den Veränderungen oder an den inneren Bewegungen der Materie keinen Antheil nimmt, so wie die Verdichtungen der Gasarten durch Metalle, sind ohne Zweifel Wirkungen der Contact-Elektricität. Wenigstens stimmen die Erscheinungen bei diesen Prozessen theils mit den Elektricitätsäufserungen bei der Berührung heterogener Flüssigkeiten, theils mit den Vorgängen in der Zersetzungszelle der Volta'schen Säule so sehr überein, dafs man wohl berechtigt ist, die inneren Veränderungen der Materie durch

den Contact, von einem eigenthümlichen Prozefs abzuleiten, welcher durch elektrische Ausgleichungen zwischen den sich berührenden Körpern zuerst eingeleitet wird. Diese Wirkungen sind so wenig die Erfolge eines chemischen Prozesses, dafs sie vielmehr aufhören oder mindestens geschwächt und modificirt werden würden, wenn eine chemische Einwirkung zwischen dem berührenden Körper und der zu zersetzenden Mischung, oder auch zwischen dem starren Elektricitätsleiter und der Flüssigkeit in den Zellen der Säule einträte. Die Kraft, durch welche eine chemische Vereinigung zweier Körper hervorgebracht wird, ist eine die Materie durchdringende Kraft, durch welche sich ein Körper in den Raum des qualitativ andern, so wie dieser in den Raum des ersten fortsetzt, so dafs beide gemeinschaftlich einen und denselben Raum erfüllen und keine mathematische Gränze zwischen beiden mehr angegeben werden kann. Die elektrische Kraft ist eine Flächenkraft, welche die Gränze der Körper nicht überschreitet, und daher nur so lange wirksam sein kann, als bei der Berührung die Gränze zwischen beiden Körpern aufrecht erhalten wird. Diese fortdauernde Trennung der Gränzen bei der Berührung ist also die nothwendige Bedingung für die Erregung des elektrischen Zustandes der Materie, welcher in demselben Augenblick aufhören mufs, wo sich ein wirklicher chemischer Prozefs einleitet, d. h. wo die Gränzen der Körper zusammenfallen und vollständig aufgehoben werden. Die Entmischung des flüssigen Körpers durch Elektricität in der galvanischen Kette wird nicht durch einen chemischen Prozefs, sondern durch das polare Auseinandertreten des in ihm selbst erregten elektrischen Zustandes, in der Art hervorgebracht, dafs durch die Elektricitäten der verbundenen starren Leiter die entgegengesetzten Elektricitäten der Flüssigkeit angezogen werden und die Materie, als Träger der Kraft, den Polen zugeführt wird. Wie bei der chemischen Durchdringung, so auch bei der elektrischen Erregung durch Berührung, ist die Wirkung der Körper wechselseitig, und die starren Elektromotoren werden nicht blofs durch die Berührung mit einander, sondern zugleich auch durch die mit der Flüssigkeit, so wie diese wieder durch die Berührung mit den starren Leitern, in den entgegengesetzten elektrischen Zustand versetzt. Der elektrische Strom, welcher sich durch die galvanische Kette bewegt, leitet daher seine Quelle aus der Flüssigkeit ab, welche dabei verändert wird, und die Annahme, dafs ein elektrischer Strom durch die Flüssigkeit gehe, ist eine unerwiesene, sehr unwahrscheinliche Hypothese.

Anders verhält es sich mit der Reibungs-Electricität wenn sie in eine Flüssigkeit geleitet wird. Diese bewegt sich in der That von einem Pol zum anderen durch die Flüssigkeit; aber eben deshalb sind die sogenannten chemischen Wirkungen dieser freien Electricität auf die Flüssigkeit auch so schwach und so unbedeutend, dafs sie mit den Erfolgen durch die Contacts-Electricität nicht zu vergleichen sind und fast bis zum Unkenntlichwerden verschwinden.

Die Trennung der Bestandtheile einer Mischung durch chemischen Prozefs kann nur durch die chemische Einwirkung einer Materie auf die andere bewirkt werden und dann müssen nothwendig beide Körper an dieser Mischungsveränderung Theil nehmen. Das Wesen des chemischen Prozesses ist aber nicht Trennung, sondern Vereinigung qualitativ verschiedener Materien und was sich als eine besondere Art aus einer flüssigen Mischung absondert, das trennt sich nicht durch chemische Kräfte, sondern durch eine denselben widerstrebende Kraft. Nähere und entferntere, oder gröfsere und geringere chemische Verwandtschaft sind folglich nur bildliche Bezeichnungen für diese Kraft, welche man in der organischen Welt schon längst mit dem unbestimmten Namen der Bildungskraft bezeichnet hat und welche auch bei den unorganischen Verbindungen ihr Recht übt.



Über
die Ausdehnung der Gase durch die Wärme.

Von
H[rn.] MAGNUS.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 25. November 1841.]

Die Genauigkeit der Resultate einer Untersuchung ist zwar abhängig von der Beobachtungsgabe dessen der sie anstellt, von seiner Geschicklichkeit und Gewissenhaftigkeit, aufserdem aber beruht sie auf den Hülfsmitteln welche der jedesmalige Zustand der Wissenschaft für die Beobachtung darbietet. Diese Hülfsmittel vermehren sich mit dem Fortschreiten der Wissenschaft und mit ihnen vervollkommnen sich die Beobachtungen und machen ältere unvollkommnere überflüssig und verwerfbar. Deshalb sind gewisse Untersuchungen in der Physik fast zu allen Zeiten wiederholt worden, um immer zuverlässigere und genauere Resultate zu erhalten. Mit wenigen ist dies in solchem Maafse der Fall gewesen, als mit der Bestimmung der Ausdehnung der Luft durch die Wärme. So lange man überhaupt weifs, dafs die Luft durch die Wärme sich ausdehnt, oder seit 200 Jahren, wo Drebbel zuerst diese Ausdehnung benutzte, um Unterschiede in der Wärme zu bestimmen, ist man zu allen Zeiten bemüht gewesen, dieselbe genau zu messen.

Es liegt nicht in meiner Absicht eine Geschichte der vielfachen Untersuchungen zu geben, die in dieser Beziehung angestellt sind. Sie würde von geringem Interesse sein, und überdies hat schon theils Hr. Gay-Lussac bei seiner Untersuchung über diesen Gegenstand, theils Gilbert in den Anmerkungen zu der Gay-Lussacschen Arbeit ([1]), so wie in einem besondern Aufsatz ([2]) „Bemerkungen zu Dalton's Versuchen über die Ausdeh-

---

([1]) Gilbert's Annalen XII. p. 257.
([2]) Ebendaselbst XIV. p. 266.

H 2

nung der expansibeln Flüssigkeiten durch Wärme etc." Einiges von den früheren Arbeiten angeführt.

Ich will mich hier darauf beschränken anzuführen, dafs die ersten genauern Versuche über die Ausdehnung der Luft von Amonton (1) in den ersten Jahren des vorigen Jahrhunderts angestellt sind. Er wandte dazu das von ihm construirte Luftthermometer an, und bestimmte mittelst desselben die Temperatur des schmelzenden Eises, und des kochenden Wassers, von welcher letzteren er schon wufste, dafs sie unveränderlich sei, denn er nennt sie *Degré de chaleur qui fait boullier l'eau et qu'elle ne peut passer.* Aus seinen Bestimmungen ergiebt sich die Ausdehnung der Luft innerhalb dieser Temperaturen, zu 0,417 Theilen von dem Volumen der Luft bei 0°.

Ihm folgten eine grofse Menge von Physikern, die auf ähnliche Weise während des ganzen vorigen Jahrhunderts zu verschiedenen Zeiten diese Untersuchung wiederholten, wie Nuguet, La Hire, Hawksbee, Bonne, Crucquius, Poleni, Musshenbroeck, Pristley, Berthollet, Monge, der ältere Saussure, Guyton de Morveau, G. G. Schmidt und vier Mitglieder dieser Academie, Sulzer (2), Lambert, Achard und Trembley (3), welcher letztere die Arbeit von Prieur und Guyton Morveau revidirte. Sie erhielten alle die verschiedensten Zahlenwerthe. Interessant aber ist, dafs das richtigste Resultat dieser Academie angehört. Lambert (4) fand nämlich 0,375 für die Ausdehnung der Luft. Doch schenkte er selbst dieser Zahl kein grofses Vertraun, denn seine Versuche gaben, nachdem er sie, so weit er es vermochte, corrigirt hatte 0,351, und nur, weil er gewisse Werthe nicht corrigiren konnte, meint er, dafs man besser thue, den uncorrigirten Werth 0,375 als richtig anzunehmen. Jedenfalls ist es ein Zufall wenn Lambert's Resultat richtiger ist, als die der Andern, denn er wandte ebenso wie jene die Luft an ohne sie zu trocknen. Erst 1787 machte Achard in einer Arbeit über barometrische und hygrometrische Messungen, in den Schriften dieser Academie (5), darauf aufmerksam, dafs die feuchte Luft sich stärker ausdehne, als die trockne, nachdem er im Jahre vor-

(1) *Histoire de l'Academie de Paris* 1703. p. 200.
(2) *Histoire de l'Academie de Berlin* 1753. p. 124.
(3) Desgleichen 1798. p. 38.
(4) *Pyrometrie* p. 47.
(5) *Memoires de l'Academie pour* 1787. p. 7.

her (¹) seine Untersuchung über die Ausdehnung der verschiedenen Gasarten, ohne Berücksichtigung dieses Umstandes bekannt gemacht hatte. So wenig gelangten aber damals die Arbeiten Einzelner zu allgemeinerer Kenntnifs, dafs trotz Achards Bemerkungen und trotz der Untersuchung des Kaplan Luz über denselben Gegenstand, die schon 1784 in seiner Beschreibung von allen Barometern erschienen war, Guyton de Morveau (²) und Prieur Duvernois bei ihrer 1789 erschienenen Arbeit noch nicht für nöthig fanden die Luft auszutrocknen; und G. G. Schmidt (³) im Jahre 1797 neue Versuche bekannt machte, durch welche er die Verschiedenheit der Ausdehnung von trockner und feuchter Luft nachwies.

Durch so viele freilich auf mangelhafter Grundlage beruhende Versuche, waren am Schlusse des vorigen Jahrhunderts die widersprechendsten Resultate erhalten worden. Es war nicht nur unbekannt um wie viel sich die Luft ausdehne, sondern während Einige gefunden hatten, dafs sie sich gleichförmig ausdehnt d. h. proportional mit dem Quecksilber, widersprachen dies Andere und behaupteten, die Ausdehnung der Luft nehme in einem steigenden Verhältnifs mit der Temperatur zu.

Erst zu Anfang dieses Jahrhunderts wurde diese letztere Meinung durch eine sehr umfassende Untersuchung des Hrn. Gay-Lussac (⁴) widerlegt, in welcher derselbe zugleich zeigte, dafs die Ausdehnung der trokkenen Luft von 0° bis 100° gleich 0,375 ihres Volumens bei 0° betrage, und dafs alle Gase und Dämpfe sich um denselben Werth innerhalb dieser Temperatur ausdehnen. Fast zu derselben Zeit hatte auch Herr Dalton (⁵) in Manchester denselben Gegenstand untersucht und gefunden dafs keine vollkommene Proportionalität zwischen den Ausdehnungen der Luft und des Quecksilbers stattfinde, dafs aber 1000 Theile Luft von 55° F. sich um 321 Theile ausdehnen, wenn sie bis 212° F. erwärmt werden, hierzu rechnete er noch 4 Theile für die Ausdehnung des Glases, und erhielt dadurch eine Vermehrung des Volumens um 0,325. Berechnet man hieraus die Ausdehnung der Luft von 32° F. bis 212° F., so findet man dieselbe = 0,372 vom Volumen

---

(¹) *Memoires de l'Academie pour* 1786. p. 19.

(²) *Annales de Chimie* I. p. 256.

(³) Gren's Neues Journal der Physik IV. p. 320.

(⁴) *Annales de Chimie* XLIII. p. 137.

(⁵) *Memoirs of the Literary and Philosoph. Society of Manchester* Vol. V. Part. II. 598.

der Luft bei 55° F. Diese Zahl stimmte so gut mit der von Herrn Gay-Lussac gefundenen überein, dafs man wahrscheinlich deshalb vergessen hat, dafs für diese letztere das Volumen der Luft bei 0° C. als Einheit angenommen ist. Denn nimmt man für die von Herrn Dalton gefundene Ausdehnung dieselbe Einheit, so wird diese = 0,3912. Auf diesen Irrthum hat schon Gilbert [1] bald nach der Bekanntmachung der Daltonschen Untersuchung aufmerksam gemacht, doch scheint ihn Herr Dalton selbst übersehn zu haben, wie aus seinem *New System of chemical Philosophy* hervorgeht [2]. Vielleicht hat diese irrthümliche Übereinstimmung zwischen dem Resultate des Hrn. Dalton und dem des Hrn. Gay-Lussac dazu beigetragen diese, durch den wissenschaftlichen Ruf des letzteren schon hinlänglich verbürgte Zahl, als vollkommen sicher zu betrachten; noch mehr aber hat ohne Zweifel die Bestätigung dazu gedient, welche Herr Gay-Lussac durch eine, von der ersten ganz verschiedene, zweite Untersuchung lieferte.

Bei der ersten Untersuchung hatte derselbe eine mit einem Hahn versehene und mit trockner Luft gefüllte Glaskugel angewendet, welche in ein Gefäfs mit Wasser gebracht und mit diesem bis zum Kochen erhitzt wurde. Um sie unter Wasser zu erhalten, war sie in einem eisernen Gestell befestigt. Mittelst einer eigenen Hebel-Vorrichtung konnte der nach unten gewendete Hahn geöffnet werden. Ein Theil der erhitzten Luft trat alsdann aus demselben heraus, während der übrige die Kugel erfüllte. Erkaltete diese dann, so zog sich die in ihr enthaltene Luft zusammen und es trat Wasser durch den Hahn hinein. Dieser wurde geschlossen, die Kugel aus dem Wasser genommen, und das in ihr enthaltene Wasser gewogen. Ebenso wurde der ganze Inhalt der Kugel mittelst Wasser ausgewogen und aus diesen beiden Daten die Ausdehnung der Luft berechnet.

Die Ungenauigkeit dieser Methode veranlafste Herrn Gay-Lussac ohne Zweifel später eine andere vollkommnere anzuwenden. Höchst interessant aber ist es zu sehn, wie selbst eine ungenaue Methode, wenn sie von der Hand eines Physikers wie Herr Gay-Lussac angewendet wird, zu den genausten, wenigstens zu ganz übereinstimmenden Resultaten führen kann. Herr Gay-Lussac brauchte bei seiner zweiten Untersuchung keinen

---

(1) Gilbert's Annalen XIV. p. 266.

(2) Rudberg in Poggendorffs Annalen XLIV. p. 123.

von den Zahlenwerthen zu widerrufen, die ihm die erste geliefert hatte. Bei dieser hatte er nämlich gefunden, dafs alle Gasarten sich von der Temperatur des schmelzenden Eises bis zu der des kochenden Wassers um 0,375 Theile ihres Volumens bei 0° ausdehnen. Der kleinste Werth, den er erhielt war 0,3740 und der höchste 0,3760.

Die zweite Methode welche Herr Gay-Lussac anwandte hat derselbe ebenso wenig als die durch sie erhaltenen Resultate, so viel mir bekannt ist, mitgetheilt. Nur Herr Biot beschreibt sie in seinem *Traité de Physique* (1). Sie bestand darin, dafs in einer an dem Ende einer engen Glasröhre angeschmolzenen Kugel, ein bestimmtes Volumen Luft durch einen Tropfen Quecksilber abgesperrt wurde, der sich in der engen Röhre befand, und durch seine Capillarität diese stempelartig schlofs. Dieser Apparat wurde vollkommen horizontal in einen viereckigen Kasten gebracht und in demselben zuerst mit schmelzendem Eise und dann mit kochendem Wasser umgeben. Die Röhre war vorher calibrirt, und das Verhältnifs der Röhre zur Kugel durch Auswägen mit Quecksilber bestimmt.

Durch diese Methode erhielt Herr Gay-Lussac genau dasselbe Resultat, als durch die frühere, und da bei derselben alle Vorsichtsmafsregeln angewendet wurden, wie dies besonders von La Place in der *Mechanique céleste* T. IV. p. 270. angeführt wird, so schien kein Zweifel vorhanden, dafs die wahre Ausdehnung der Luft zwischen 0° und 100° genau 0,375 betrage. Eine vollkommene Bestätigung aber erhielt diese Zahl noch durch die 1816 angestellten Untersuchungen der Hrn. Dulong und Petit über die Wärme (2). Diese verglichen nämlich die Ausdehnung der Luft mit der Ausdehnung des Quecksilbers für Temperaturen, die höher sind, als die des kochenden Wassers; mufsten aber zu dem Ende die Ausdehnung der Luft zwischen dem Frostpunkte und dem Kochpunkte des Wassers noch einmal bestimmen. Sie wandten hierfür verschiedene Methoden an, am häufigsten verfuhren sie auf folgende Weise: Die Luft wurde in einer weiten, vollkommnen trocknen Röhre eingeschlossen, und diese horizontal in einen Kasten eingelegt, in dem sie den verschiedenen Temperaturen ausgesetzt werden konnte. Diese Röhre war an dem einen Ende zugeschmolzen und an dem andern in eine

(1) Tom. I. p. 182.

(2) *Annales de Chim. et de Physiq.* II. p. 240. u. VII. p. 120.

sehr feine Röhre ausgezogen, deren Inhalt nur ein zu vernachlässigender Theil des Inhalts der ganzen Röhre war.

Wenn die Luft die Temperatur angenommen, bis zu der sie erwärmt werden sollte, so wurde die feine Spitze, die aus dem Kasten hervorragte, mit dem Löthrohr zugeblasen, dann die Röhre bis zur Temperatur der umgebenden Luft abgekühlt und die feine Spitze unter Quecksilber abgebrochen. Es trat Quecksilber in die Röhre, und aus der Vergleichung des Gewichts desselben mit der Quecksilbermasse, welche die Röhre ganz füllte, wurde die Ausdehnung der Luft, mit Berücksichtigung der stattfindenden Druckverhältnisse bestimmt. Sie erhielten dabei genau denselben Coefficienten als Herr Gay-Lussac und sagen ausdrücklich ([1]): *Nous ne nous proposions nullement de vérifier par là une détermination sur laquelle on ne peut élever aucun doute; mais la coïncidence de notre résultat avec celui de M. Gay-Lussac a été pour nous la meilleure preuve de la rigoureuse exactitude du procédé dont nous nous sommes servis.* Daher wurde der Gay-Lussacsche Coefficient ganz allgemein von Astronomen und Physikern als richtig angenommen, und ich mufs gestehn, es ist zu verwundern, dafs überhaupt noch jemand die Richtigkeit desselben in Zweifel zu ziehn und eine neue Untersuchung zu unternehmen wagte, nachdem Herr Gay-Lussac durch zwei verschiedene Methoden übereinstimmende Resultate erhalten und die Herrn Dulong und Petit, Physiker, die in Betreff ihrer Zuverlässigkeit und Genauigkeit das gröfste Vertrauen geniefsen, dasselbe bestätigt hatten. Aber nachdem fast während vier Decennien diese Zahl als eine der festesten und am sichersten ermittelten, betrachtet worden, trat Herr Rudberg in Upsala mit einer neuen Arbeit über diesen Gegenstand hervor, durch welche er gefunden hatte, dafs die Ausdehnung der Luft nicht 0,375, sondern nur 0,364 bis 0,365 betrage.

Die Methode, deren sich Herr Rudberg ([2]) bei seiner Untersuchung bediente, war wesentlich verschieden von der des Herrn Gay-Lussac, so wie von der so eben beschriebenen der Herrn Dulong und Petit. Diese hatten die Veränderung des Volumens der Luft bestimmt, wobei dieselbe

([1]) l. c. II. 249.

([2]) Poggendorffs Annalen XLI. p. 271. und *Vetenskaps Academiens Handlingar för* 1837. p. 140.

unter demselben oder fast demselben Drucke, nämlich dem der Atmosphäre blieb. Bei der Methode des Herrn Rudberg änderte sich hingegen das Volumen der Luft und der Druck unter dem sie sich befand.

Er wandte für dieselbe eine Klaskugel an, die mit einer Thermometer-Röhre versehn und mit trockner Luft gefüllt war. Diese wurde in verticaler Richtung in einen Siedeapparat gebracht, während das offene Ende der Thermometer-Röhre mit einer Chlorcalcium-Röhre verbunden war. Nachdem die Kugel die Temperatur des kochenden Wassers angenommen hatte, wurde die Chlorcalcium-Röhre entfernt und die Spitze der Thermometer-Röhre zugeschmolzen. Hierauf wurde die Kugel gewogen und dann die Spitze unter Quecksilber abgebrochen, die Kugel mit Eis umgeben und die Höhe des Quecksilbers in der Röhre gemessen. Nachdem dies geschehn war, wurde sie wieder gewogen, dann ganz mit Quecksilber bei 0° gefüllt und noch einmal gewogen.

Später wandte Herr Rudberg noch ein anderes Verfahren an, bei welchem er nur die Veränderung der Elasticität bestimmte, welche die Luft bei den verschiedenen Temperaturen zeigt. Er bediente sich hiezu eines Apparates, den auch ich angewendet habe, und den ich später beschreiben werde.

Mit beiden Methoden hat Herr Rudberg aber nur die Ausdehnung der atmosphärischen Luft vom Frostpunkt bis zum Kochpunkt des Wassers bestimmt, dahingegen hat Herr Gay-Lussac auch eine grofse Menge von anderen Gasarten untersucht und für sie wie schon bemerkt denselben Ausdehnungs-Coefficienten gefunden, als für die atmosphärische Luft. Für höhere Temperaturen haben die Herrn Dulong und Petit gleichfalls denselben Coefficienten für Wasserstoff als für atmosphärische Luft gefunden, und hielten sich berechtigt daraus zu schliefsen, dafs derselbe auch für alle andern Gasarten in höhern Temperaturen gelte.

So genau nun auch die Arbeit des Herrn Rudberg ist, so sehr auch die Sicherheit ihres Resultates durch die Anwendung zweier abweichenden Methoden erhöht wird, so sprach doch das Ansehn der frühern Experimentatoren gegen die von ihm gefundenen Zahlen, und da derselbe unterlassen den Ausdehnungscoefficienten für die übrigen Gasarten zu bestimmen und es daher ganz ungewifs blieb, ob der von Herrn Gay-Lussac gefundene Ausdehnungscoefficient auch für die andern Gasarten geändert werden müsse

oder nicht, so war man allgemein zweifelhaft, ob man den von ihm gefundenen Ausdehnungscoefficienten ohne Bedenken annehmen sollte oder nicht. Wenn auch einige, den Französischen Experimentatoren weniger Vertrauen schenkend, den Rudbergschen Coefficienten ohne Weiteres annahmen und sogar für die übrigen Gasarten ausdehnten ([1]), so behielten doch andere theils den Gay-Lussacschen bei ([2]), theils liefsen sie es zweifelhaft, welcher von beiden der richtige sei ([3]).

([1]) Poggendorff in dem Handwörterb. d. Chem. v. Liebig u. Poggendorff I. p. 612.

([2]) Pouillet *Elemens de Physique troisième Edit.* I. p. 236.

([3]) So sagt z. B. Herr Lamé in seinem *Cours de Physique deuxième Edition* p. 250.: „*L'exactitude du coefficient de dilatation des gaz a été contestée dans ces derniers temps; plusieurs physiciens, ayant répété les expériences de M. Gay-Lussac, disent avoir obtenu des nombres sensiblement moindres que* 0,00375, *mais ne sont pas d'accord sur l'étendue de l'erreur qu'ils prétendent signaler. Si ce défaut de constance dans les résultats n'est pas dû à l'oubli de quelque précaution indispensable, il faudra en conclure l'existence d'une action condensante, exercée par les parois des réservoir en verre sur les gaz qu'ils renferment, laquelle varierait avec la température, avec la nature du verre, et dont l'influence dépendrait du rapport de la surface au volume du réservoir. Cette action singulière serait du même genre que celle exercée par le platine, dans le nouveau pyromètre à gaz de M. Pouillet. Quoi qu'il en soit, il faut que de nouvelles études expérimentales constatent et expliquent l'erreur annoncée, avant que l'on puisse changer, dans les applications, le coefficient de dilatation de gaz obtenu par M. Gay-Lussac.*" Und

Herr Bessel äufsert sich in seinen Bemerkungen über barometrisches Höhenmessen (Schumacher Astronomische Nachrichten XV. p. 354.) über denselben Gegenstand: „Es ist bekannt, dafs Gay-Lussac den hier durch k bezeichneten Werth, durch fast vollkommen unter einander übereinstimmende Versuche $= 0{,}00375$ gefunden hat; auch dafs Dalton aus den seinigen genau dasselbe Resultat erhalten hat. Beide grofse Physiker haben beabsichtigt, die Vergröfserung unmittelbar zu bestimmen, welche die Raumeseinheit trockner Luft erfährt, indem man sie bei gleichbleibendem Drucke aus der Wärme des gefrierenden Wassers in die des siedenden bringt. Nicht nur die Übereinstimmung der einzelnen Versuche beider Reihen unter einander, sondern auch die Resultate beider, hat die Annahme allgemein gemacht, dafs die Bestimmung $k = 0{,}00375$ zu den sichersten gehöre, welche man besitzt; und es würde kein Grund, diese Annahme in Zweifel zu ziehn, vorhanden sein, wenn nicht neuerlich eine Arbeit von Rudberg bekannt geworden wäre, welche sich durch grofse darauf verwandte Vorsicht, namentlich in der Austrocknung der angewandten Luft, auszeichnet, allein ein beträchtlich kleineres Resultat, nämlich $k = 0{,}003648$, ergiebt. Indessen sollte jede neuere Bestimmung, welche gegen eine ältere, durch eigenes Gewicht und durch häufige allgemeine Anwendung gewissermafsen classisch gewordene, streitet, immer nur von einer genauen Critik der älteren begleitet, auftreten; nur wenn sich aus dieser Critik Gründe zum Mifstrauen gegen die ältere ergeben, darf billigerweise angenommen werden, dafs die neuere den Vorzug verdient. Rudberg hat sich auf diese Cri-

Der Tod hat leider Herrn Rudberg bald nach der Vollendung der erwähnten Untersuchung zum grofsen Verlust für die Wissenschaft hinweggenommen, so dafs durch ihn seine Arbeit für andere Gasarten nicht ausgedehnt werden konnte. Da jetzt fast fünf Jahre seit der Bekanntmachung derselben verflossen sind, ohne dafs Jemand etwas zur Entscheidung des Gegenstandes veröffentlicht hat, so entchlofs ich mich denselben von Neuem zu untersuchen, wohl wissend, dafs von einer solchen Arbeit, so zeitraubend und mühevoll sie auch ist, kein Ruhm zu ernten sei, da es sich bei derselben nur darum handelt, entweder den einen oder den andern der schon bekannten Zahlenwerthe zu bestätigen. Es schien mir aber zu wichtig zu wissen, ob eines der allgemeinsten Gesetze der Physik richtig sei oder nicht, ob nämlich alle Gasarten sich um denselben Coefficienten ausdehnen oder nicht. Ferner ist dieser Coefficient selbst, so unbedeutend der Unterschied zwischen 0,375 und 0,365 auch erscheinen mag, abgesehn von seinem Einflufs bei der astronomischen Refraction, und bei den Messungen von Höhen mittelst des Barometers, von so grofser Wichtigkeit für seine mannigfaltigen übrigen Anwendungen, dafs es mir vor allem Andern nöthig schien denselben wieder festzustellen. Denn es ist bekannt, dafs die Ausdehnung der Luft, seit der Untersuchung der Herrn Dulong und Petit fast ganz allgemein als Maafs für die Temperatur benutzt wird, und von welchem Einflufs hiefür der erwähnte Unterschied ist, leuchtet von selbst ein. Aber aufserdem sollen, wie Herr Gay-Lussac gefunden, die Dämpfe sich ebenfalls um 0,375 ausdehnen. Es ist daher bei der vielfältigen technischen Anwendung der Wasserdämpfe nicht nur von praktischem Interesse, zu wissen, ob diese Zahl die richtige ist oder nicht, sondern dieselbe mufs auch bei einer grofsen Menge von rein wissenschaftlichen Untersuchungen zu Grunde gelegt wer-

---

tik nicht eingelassen. Da der Unterschied beider Bestimmungen nicht durch die zufälligen Fehler der Versuche, wie sich aus der Übereinstimmung der einzelnen, sowohl der früher als der später gemachten, ergiebt, erklärt werden kann, also auf einen beständigen Fehler deutet, so darf von dem arithmetischen Mittel beider Resultate nicht die Rede sein. Meiner Meinung nach darf für jetzt nichts Anderes geschehn, als beide Resultate anzuwenden und über den Unterschied des dadurch Erlangten spätere Entscheidung abzuwarten." Und in einer Anmerkung fügt er hinzu: „Ich selbst habe zwar die Zahl, welche man statt k, bei der Berechnung der astronomischen Strahlenbrechungen anwenden mufs, aus meinen Beobachtungen bestimmt und = 0,003648 gefunden; allein diese Zahl mufs verschieden von k, und zwar kleiner sein."

den, unter denen ich nur die, für die Chemie ganz unentbehrlich gewordene Methode zur Bestimmung der Contraction, welche bei chemischen Verbindungen stattfindet, und zur Bestimmung des specifischen Gewichts der Körper im dampfförmigen Zustande, erwähnen will.

Da die Methoden des Hrn. Rudberg, die derselbe ganz ausführlich mitgetheilt hat, durchaus keinen Irrthum vermuthen lassen, andererseits es aber kaum denkbar erscheint, dafs die Herrn Dulong und Petit genau dasselbe Resultat gefunden haben sollten als Herr Gay-Lussac, und dennoch der von diesem gefundene Zahlenwerth falsch sein sollte, so glaubte ich, dafs es möglich wäre, dafs beide Coefficienten richtig seien. Wenn nämlich die Luft bei der Temperatur von 100° nicht mehr genau dem Mariotteschen Gesetze folgen sollte, so mufste Herr Rudberg, der nur die Veränderung der Elasticität bestimmt hat, einen andern Werth erhalten haben, als Herr Gay-Lussac, der die Veränderung des Volumens bei constanter Elasticität beobachtete. Es schien mir aus diesem Grunde vorzugsweise wünschenswerth nach der Methode des Herrn Gay-Lussac, die Ausdehnung der Luft von Neuem zu untersuchen. Aufserdem aber hoffte ich hierdurch am leichtesten die Ursache der Verschiedenheit beider Resultate auffinden zu können. Ich wandte die zweite Methode des Herrn Gay-Lussac an und zwar im Wesentlichen ganz so wie sie von Herrn Biot in seinem *Traité de Phys.* Tome I. p. 182. beschrieben ist.

Da indefs dort nicht erwähnt ist wie grofs die Kugeln, und wie weit die Röhren gewesen sind, die Herr Gay-Lussac benutzte, so untersuchte ich zuerst bei welchem Durchmesser der Röhren ein Quecksilbertropfen dieselben noch stempelartig verschliefst und weder durch Schütteln noch Klopfen Luft durchläfst. Ich wandte jedoch Röhren an die einen viel geringeren Durchmesser hatten. Die gröfste Weite, die ich benutzte, betrug 3,5 Millimeter, bei vielen Versuchen aber nur 1,0 Millm. Die Gröfse der Kugel war so, dafs die Ausdehnung der Luft eine Länge von etwa 0,2 Meters in der Röhre einnahm. Kugel und Röhre wurden mit trocknem Quecksilber gefüllt und dies in ihnen ausgekocht, dann wurde eine Röhre mit geschmolzenem Chlorcalcium an das offene Ende luftdicht befestigt, und ganz so wie es Herr Gay-Lussac vorschreibt mittelst eines eisernen Drathes oder eines Glasfadens, der durch die Röhre mit Chlorcalcium hindurch ging, das Quecksilber aus der engen mit Quecksilber gefüllten Röhre so weit abge-

lassen, dafs nur ein Tropfen in derselben zum Absperren der Luft zurückblieb.

Um die Röhren in verschiedene Temperaturen zu bringen wurden sie mit ihren Kugeln in einen oblongischen Kasten aus Eisenblech eingelegt, und in demselben entweder mit feingestofsenem schmelzendem Eise umgeben, oder den Dämpfen des kochenden Wassers ausgesetzt. Herr Gay-Lussac scheint die Kugeln in das kochende Wasser selbst gebracht zu haben, und dies könnte vielleicht die Ursache sein, dafs sein Resultat höher als das des Herrn Rudberg ist. Übrigens wurden bei meinen Versuchen, wie bei denen des Herrn Gay-Lussac die Röhren stets so weit in den Kasten eingeschoben, dafs der Quecksilbertropfen sich dicht an der Öffnung befand. Um die Röhren sicher in horizontaler Lage zu erhalten, war dicht vor dem erwähnten Kasten ein Stück Holz etwa 4 Zoll lang und eben so breit vollkommen horizontal ganz unwandelbar befestigt. In diesem befand sich eine enge Rinne, in welche die Röhre genau pafste, und in der sie zwar vor- und rückwärts geschoben werden konnte, ohne dafs sie aber dabei aus ihrer horizontalen Lage kam. Übrigens habe ich mich überzeugt, dafs selbst eine Neigung der Röhre von mehreren Graden keine wahrnehmbare Veränderung in der Stellung des Quecksilbertropfens hervorbringt. Herr Gay-Lussac hatte die Röhren, die er zu seinen Versuchen anwandte calibrirt und in gleiche Volumen-Theile getheilt. Er konnte daher auf dieser Theilung das Verhältnifs der Volumina der Luft bei 0° und bei der Temperatur des kochenden Wassers unmittelbar ablesen. Ich habe statt dessen die Stelle, welche der Quecksilbertropfen bei diesen Temperaturen einnahm, oder die Volumina der Luft bei diesen Temperaturen, mittelst eines Diamants auf der Röhre bezeichnet. Nach Beendigung des Versuches wurden die Röhren leer gewogen, sodann mit trocknem Quecksilber bis zu der Stelle gefüllt, welche das Volumen der Luft bei 0° bezeichnete und wiederum gewogen; und endlich bis zu der Stelle mit Quecksilber gefüllt, welche die Luft bei der Temperatur des kochenden Wassers eingenommen hatte, und gleichfalls gewogen. Damit das Quecksilber bei beiden Füllungen von derselben Temperatur war, wurden die Röhren bei jeder Füllung in ein grofses Gefäfs mit Wasser gelegt und dies unverändert auf derselben Temperatur erhalten, die Gewichte des Quecksilbers lieferten das Verhältnifs der Volumina der Luft

bei 0° und bei der Temperatur des kochenden Wassers. Wiederholte Füllungen desselben Rohres gaben stets dasselbe Resultat.

Um zu prüfen bis zu welchem Grade diese Methode zuverlässig sei, legte ich stets zwei Röhren neben einander in den Kasten ein, allein die Resultate, welche mit beiden erhalten wurden, stimmten fast niemals mit einander überein.

Ich brauche wohl nicht zu sagen, dafs ich Alles, was in meinen Kräften war, versucht habe, um eine gröfsere Übereinstimmung hervorzubringen. Denn ich konnte mir nicht denken, und kann es auch jetzt noch nicht, dafs Herr Gay-Lussac eine Methode angewandt haben sollte, die keine sichern Resultate liefert, und dafs Herr Biot eine solche Methode der ältern des Herrn Gay-Lussac vorzieht, mit welcher dieser Physiker doch Resultate erhalten hat, die auf überraschende Weise mit einander übereinstimmen. Ich habe zunächst den Kasten, in dem die Röhren den Dämpfen des Wassers ausgesetzt wurden und den ich später ausführlicher beschreiben werde, mannigfaltig abgeändert, um jede zufällige und locale Abkühlung desselben zu vermeiden; ich habe geprüft, welche Veränderungen in der Temperatur des Dampfes durch die Art des Feuerns eintreten, oder durch das Auflegen frischer Kohlen, oder das Schliefsen der Öffnungen im Deckel des Kastens; ich habe das Caliber der Röhren mehrfach abgeändert; habe sie, um sicher zu sein dafs alle Feuchtigkeit beim Auskochen mit Quecksilber entfernt worden, einige Male nicht selbst ausgekocht, sondern von einem sehr geschickten Glasbläser auskochen lassen; sie auch mitunter auf die Weise getrocknet, dafs, während sie sich in den Dämpfen von kochendem Wasser befanden, die Luft etwa 60 Mal aus ihnen ausgepumpt und durch eine drei Fufs lange mit Chlorcalcium gefüllte Röhre wieder eingelassen wurde — aber alle diese Bemühungen waren vergebens, die Resultate von zwei gleichzeitigen Beobachtungen stimmten fast niemals mit einander überein.

Ich glaube, dafs der Grund hievon darin zu suchen ist, dafs das Quecksilber in einer solchen Röhre niemals vollkommen dicht schliefst, und namentlich nicht in die feinen, fast unsichtbaren Vertiefungen eindringt, die oft auf der innern Wand einer Glasröhre vorhanden sind. Denn wenn die Kugeln erst in schmelzendes Eis gebracht, dann den Dämpfen des kochenden Wassers ausgesetzt, und nachher wieder mit schmelzendem Eise umgeben

wurden, so zeigte die Luft fast niemals wieder dasselbe Volumen, das sie bei dem ersten Umgeben mit schmelzendem Eise annahm. Oft war dasselbe kleiner oft auch gröfser, offenbar je nachdem die Luft bei der Abkühlung oder bei der Erwärmung der Kugel neben dem Quecksilbertropfen entwichen war. Die folgende Tabelle enthält die Resultate der Versuche, die ich nach dieser Methode erhalten habe, berechnet für einen Druck von 28 Zoll Par. bei 0° mit Berücksichtigung der Ausdehnung des Glases. Die beiden mit einander verbundenen Zahlen sind die Resultate von zwei gleichzeitig angestellten Versuchen. Wenn man überhaupt aus so unsichern Zahlen ein Mittel nehmen darf, so wäre dies = 0,36930, und also immer schon geringer als 0,375.

Resultate der Versuche nach der Methode des Herrn Gay-Lussac.

1.	0,37386	9.	0,36972	17.	0,36569	25.	0,38769
2.	0,38269	10.	0,37140	18.	0,36229	26.	0,36031
3.	0,36912	11.	0,37062	19.	0,36673	27.	0,37885
4.	0,37654	12.	0,36903	20.	0,35500	28.	0,36712
5.	0,36607	13.	0,36888	21.	0,36774	29.	0,37302
6.	0,36731	14.	0,36926	22.	———	30.	0,37211
7.	0,36431	15.	0,36663	23.	0,37254	31.	0,36815
8.	0,35985	16.	0,36709	24.	0,36351	32.	0,37514

Mittel 0,36930

Als ich nach einem leider zu grofsen Zeitverlust diese Methode aufgab, schien mir keine geeigneter die Ausdehnung von verschiedenen Gasarten zu untersuchen, als die, welche Herr Rudberg zuletzt angewendet hat. Ich liefs deshalb einen Apparat fertigen ganz ähnlich wie der, welchen Herr Rudberg beschreibt. Derselbe ist in fig. 1. abgebildet. AB ist ein cylindrisches Gefäfs, ganz ähnlich wie das Gefäfs eines Fortinschen Barometers, nur gröfser. Der obere Theil desselben AC ist aus Glas. Es enthält einen ledernen Beutel ([1]), dessen Volumen durch die Schraube S verändert werden kann, und wodurch das in ihm enthaltene Quecksilber herauf und herunter bewegt werden kann. Durch den luftdicht schliessenden Deckel dieses Gefäfses geht bei D eine etwa 20 Zoll lange und an beiden Enden offene Barometerröhre, neben der sich eine messingene Scale befindet. Eine zweite

([1]) Das Leder liefs stets Quecksilber durch, wenn der Druck der Quecksilbersäule etwas bedeutend wurde. Ich wandte deshalb statt des Leders eine dünne Caoutchoukplatte an, die aufsen mit Leder umgeben war.

Röhre *FG* welche zu dem Behälter *KL* gehört, in dem die trockne Luft enthalten ist, geht bei *F* luftdicht durch den Deckel; beide Röhren reichen bis in das Quecksilber hinab. Neben *GF* befindet sich gleichfalls ein kurzes Stück einer messingenen Scale nach demselben Maafse getheilt, als die neben *DE* befindliche. Schraubt man alsdann das Quecksilber in die Höhe, so wird die Luft in dem Gefäfse *AC* zusammengedrückt, und das Quecksilber steigt in beiden Röhren. Es wird bis zu einer bestimmten Stelle *G* der kleinen Scale hinaufgeschraubt, und zwar bis zu derselben sowohl wenn *KL* mit Eis umgeben, als auch wenn es der Temperatur des kochenden Wassers ausgesetzt ist, und man beobachtet alsdann um wieviel das Quecksilber in der Röhre *DE* höher steht als bei *G*. Zu dem Ende ist es nothwendig, dafs der Apparat vollkommen horizontal stehe, damit die entsprechenden Punkte beider Scalen vollkommen in einer Horizontal-Ebene liegen. Da das Quecksilber in der Röhre *DE* bei der grofsen Nähe des schmelzenden Eises und des kochenden Wassers seine Temperatur leicht ändert, so ist diese Röhre mit ihrer Scale in einer weiteren Glasröhre eingeschlossen, die mit Wasser gefüllt werden kann. Ich fand indefs das Wasser überflüssig, wenn die weitere Röhre oben leicht bedeckt wird; man kann alsdann die Temperatur der Luft in der weiteren Röhre für die des Quecksilbers in der Barometerröhre nehmen und das Wasser, welches das Ablesen der Scale erschwert, entbehren.

Um den Theil des Apparats *GKL* welcher die zu untersuchende Gasart enthält bei *F* zu befestigen, kittete ich denselben in eine metallene Hülse, die mittelst eines eingeschliffenen Conus und einer Überwurfs-Schraube in den Deckel *AD* luftdicht eingesetzt wurde. Man konnte ihn auf diese Weise leicht entfernen und durch einen anderen ersetzen. Die Röhre *GM*, in der das Quecksilber hinaufgedrückt wurde, hatte 1 bis 2^{mm} im Durchmesser, war sie enger, so war die Capillar-Depression zu bedeutend und leistete einen so grofsen Widerstand, dafs das Quecksilber nicht gleichförmig, sondern stofsweise in der Röhre stieg. Die Röhre *GL* war ein ganz enges Thermometerrohr, und *KL* war ungefähr 9 Zoll lang, $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser, und hatte einen Inhalt von etwa 80 Cub. Centimetres. Der Inhalt des Stückes *GL* betrug ungefähr 0,05 Cub. Cent. oder etwa $\frac{1}{1600}$ von dem Inhalt von *KL*.

Wenn *KL* der Temperatur des schmelzenden Eises oder des kochenden Wassers ausgesetzt werden sollte, so wurde dieser Theil des Apparates

in einen oblongischen Kasten aus Eisenblech eingebracht, der gleichfalls in Figur 1 abgebildet ist. Er hat bei *N* eine Öffnung, durch die *KL* eingebracht wird. Um eine theilweise Abkühlung im Innern zu verhindern, enthält er einen Einsatz *OPQ*, der bis auf die Oberfläche des Wassers *QP* hinabgeht, und oben bis an den Deckel des Kastens reicht. In diesen Einsatz wird ein innerer Deckel *RT* eingelegt, der gleichsam ein Dach bildet, dessen obere Kante oder First geneigt ist, damit das Wasser, das durch die Condensation der Dämpfe an demselben gebildet wird, nur an den Rändern herabfliefsen, nicht aber in der Mitte herabtropfen und möglicher Weise das Gefäfs *KL* theilweise abkühlen kann. Der Kasten ist mit einem übergreifenden Deckel versehen, in dem an mehreren Stellen Öffnungen angebracht sind, um Thermometer einführen zu können. Ebenso enthält er bei *U* zwei Öffnungen, in deren eine ein Ausflufs-Thermometer eingelegt wurde und durch die bei den Versuchen nach der Gay-Lussacschen Methode die Röhren gingen. Um während des Kochens ein Spritzen gegen das Gefäfs *KL* zu vermeiden, wodurch eine zu starke Erwärmung desselben hätte eintreten können, wurde noch über der Oberfläche des Wassers ein Gewebe von Gase *P*, das auf einen Rahmen von Drath gespannt war, in den Einsatz *OPQ* befestigt. Bei dem Umgeben des Gefäfses *KL* mit gestofsenem Eis wurde auf dieses Gewebe ein Blech gelegt und darauf das Eis geschüttet, so dafs es den ganzen Einsatz *OPQ* erfüllte. Damit bei dem Kochen des Wassers die strahlende Wärme den Apparat *ABD* nicht treffe, wurde ein Schirm *XY* aus zwei Blechplatten, die eine Luftschicht einschlossen, zwischen den Kasten und diesen Apparat gestellt.

Das Füllen der Röhren *FGK* mit trockner atmosphärischer Luft geschah gewöhnlich auf die Weise, dafs das offene Ende *I* derselben durch eine etwa drei Fufs lange mit Chlorcalcium gefüllte Röhre mit einer Luftpumpe in Verbindung gebracht, und, während die Röhre in dem eben beschriebenen Kasten der Temperatur des kochenden Wassers ausgesetzt war, die Luft 50 bis 60 Mal ausgepumpt und durch die Chlorcalcium-Röhre wieder eingelassen wurde. War auf diese Weise die Austrocknung beendigt, so wurde *KL* in den Kasten *MU* durch Umgeben mit kaltem Wasser abgekühlt und bei *I* zugeschmolzen; hierauf in die Hülse *F* eingekittet und in einer Quecksilber-Wanne die Spitze bei *I* abgebrochen und mittelst einer eigenen kleinen Vorrichtung, welche die Spitze mit Quecksilber gesperrt

erhielt, in das Gefäfs *ABD* hinübergehoben und in die conische Vertiefung bei *F* eingeschraubt.

Sollte *GK* mit einer andern Luftart gefüllt werden, so war bei *K* noch ein feines Rohr angeschmolzen; während alsdann *GK* in dem Kasten *NU* sich in der Temperatur des kochenden Wassers befand, wurde die vorher getrocknete Gasart durch dasselbe hindurchgeleitet, und wenn dies so lange stattgefunden hatte, dafs alle atmosphärische Luft verdrängt war, wurde das Rohr bei *K* und bei *I* zugeschmolzen und wie vorhin verfahren.

Ich will hier sogleich eine Vorrichtung beschreiben, die ich angewendet habe, um einige Gasarten, von denen ich befürchtete, dafs sie bei dem Durchströmen durch eine Röhre mit Chlorcalcium nicht vollständig trocken werden möchten, eine längere Zeit über Chlorcalcium aufzubewahren. Sie ist in Fig. 2. abgebildet und besteht aus einer Flasche, die mit einem Kork verschlossen ist, durch den zwei Röhren gehn, die eine Röhre *cb* ist bei *b* mit einem Hahn versehen, die andere *ad* geht fast bis auf den Boden der Flasche und ist heberförmig gebogen, so dafs das Ende *e* derselben tiefer liegt, als der Boden der Flasche. Dieses offene Ende *e* steht in einer weitern Röhre *fg* und diese in einem weiten Cylinder *hk*. Bringt man zunächst geschmolzenes Chlorcalcium in die Flasche, setzt dann den Kork *ac* luftdicht auf und giefst, nachdem man den Hahn bei *b* geöffnet hat, die Röhre *fg* ganz voll Quecksilber, so kann man durch Saugen bei *b* zunächst den Heber *ade* füllen, und wenn man hierauf Quecksilber in die Röhre *fg* nachgiefst, so fliefst dies in die Flasche. Man kann dieselbe auf diese Weise ganz mit Quecksilber füllen und alle Luft entfernen. Bringt man hierauf den Hahn *b* mit einem Gasentbindungs-Apparat in Verbindung, so tritt das Gas in die Flasche und das Quecksilber fliefst in die Röhre *fg* zurück, und wenn diese voll ist über ihren Rand in den Cylinder *hk*. Durch Senken oder Heben der Röhre *fg* kann man die Oberfläche des Quecksilbers in derselben höher oder niedriger stellen, als die Oberfläche des Quecksilbers in der Flasche, und dadurch die Luft in derselben unter verschiedenen Druck versetzen. Ist die Flasche mit der zu trocknenden Gasart gefüllt, so wird der Hahn *b* geschlossen und der Gasentbindungs-Apparat entfernt. Will man darauf später das Gas benutzen, so läfst man es durch den Hahn *b* ausströmen, indem man die Oberfläche des Quecksilbers in *fg* höher stellt als die in der Flasche, und sie durch Nachgiefsen von Quecksilber höher erhält.

Dieser Apparat bildet ein Gasometer, das mit Quecksilber gesperrt ist, und eine im Verhältnifs zu dem Zweck sehr kleine Menge von Quecksilber erfordert, was neben dem Vortheil der Ersparnifs noch den darbietet, dafs dasselbe sehr leicht zu handhaben, und auch in jedem Augenblick leicht herzustellen ist.

Die Capillar-Depression, welche bei G stattfindet, mufste für jede neue Röhre FGK ermittelt werden, bevor dieselbe mit der zu untersuchenden Gasart gefüllt wurde. Zu dem Ende wurde die Röhre vorläufig in die Hülse bei F eingekittet, zwischen G und L abgeschnitten und das Quecksilber bis nach G hinaufgeschraubt, um zu sehn wieviel es in CD höher stehe als bei G. Alsdann wurde der abgeschnittene Theil wieder angeschmolzen, die Röhre aus der Hülse bei F ausgekittet, und mit der zu untersuchenden Luftart gefüllt. War sie bei K mit der engen Röhre zum Durchleiten der Gasarten versehn, also offen, so brauchte sie nicht vorher abgeschnitten zu werden.

Die Capillar-Depression variirte bei den von mir angewandten Röhren zwischen 1,5 und 0,25 Linien Par. Herr Rudberg giebt an, dafs sie bei seinen Versuchen 1,85 Centim. oder etwa 8 Linien betragen habe ([1]). Wenn dies kein Druckfehler ist und vielleicht Millimeter statt Centimeter heifsen soll, was man aus der Abhandlung selbst nicht ersehen kann; so begreife ich nicht, wie Herr Rudberg das Quecksilber hat sicher einstellen können, mir hat dies wenigstens bei so engen Röhren nicht gelingen wollen.

Bevor ich zu den Resultaten übergehe, welche ich bei diesen Versuchen erhalten habe, mufs ich die Formel erwähnen, nach welcher dieselben berechnet worden sind, es ist dieselbe, deren sich auch Herr Rudberg bedient hat. Wenn

α die Ausdehnung der Luft zwischen 0° und 100° C.

h den Barometerstand bei 0°

h' den Barometerstand bei der Temperatur des kochenden Wassers, reducirt auf 0°

H den Höhenunterschied des Quecksilbers in den Röhren GF und DE bei der Temperatur des schmelzenden Eises

---

([1]) Aus dieser Angabe wird es übrigens wahrscheinlich dafs Herr Rudberg nur eine einzige Röhre und eine einzige Quantität von Luft bei diesen Versuchen angewandt hat.

K 2

H' diesen Unterschied bei der Temperatur des kochenden Wassers, reducirt auf 0°
e die Capillar-Depression
δ die Ausdehnung des angewandten Glases zwischen 0° und 100° und
T die Temperatur des kochenden Wassers bei dem Barometerstande h' bedeutet, so dafs $T = 100$ wenn der Barometerstand 28,00 Zoll Par. ist;

so ist

$$\alpha = \left[\frac{H' + h' - e}{H + h - e}\left(1 + \frac{\delta T}{100}\right) - 1\right]\frac{100}{T}$$

Es ist hierbei angenommen dafs die Luft in der Röhre GN stets dieselbe Temperatur als die übrige in LK enthaltene Luft hat. Dies ist zwar nicht der Fall, und man könnte eine Correction für diese Luftmasse anbringen, allein dieselbe beträgt wie schon oben pag. 72. angeführt ist nur $\frac{1}{1000}$ von der ganzen Luftmasse GLK. Die Correction würde daher noch ganz innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler fallen, wefshalb sie fortgelassen worden ist.

Die Werthe h h' H H' e sind durch die Beobachtung gegeben, T mufs aber jedesmal berechnet werden. Herr Rudberg giebt dafür in seiner Abhandlung über die Construction des Thermometers (¹) die Formel

$$\tau = 0{,}037818\ \delta - 0{,}0018563\ \delta^2$$

in der $\tau + 100°$ die Temperatur des kochenden Wassers in der Celsiusschen Scale und δ die Elasticität oder den Druck der Atmosphäre in Millimeter ausgedrückt bedeutet. Derselbe sagt, dafs sie hinreichend genau mit den Versuchen von Southern, so wie von Dulong und Arago übereinstimme. Allein dies ist durchaus nicht der Fall, vielmehr giebt sie ganz andere Werthe und es mufs in Betreff derselben ein Versehen, wahrscheinlich schon im Manuscript des Herrn Rudberg vorgefallen sein, denn sie ist im Schwedischen Original ganz ebenso enthalten, als in Poggendorffs Annalen, nur eine einzige Zahl ist verschieden, was unwesentlich ist. Ich habe mich der von Herrn Egen aufgestellten Formel oder vielmehr der von ihm gegebenen

---

(¹) *Kongl. Vetenskaps Akademiens Handlingar for År* 1834. p.365. und Poggendorff Annal. XL. p.39.

Correctionen ([1]) bedient, die, wie ich mich überzeugt habe, sehr genau mit der von Dulong und Arago gegebenen Formel übereinstimmt.

Das Barometer, das zur Bestimmung von h und h' benutzt wurde war nach Fortins Construction in Pariser Zolle getheilt und mit einem Thermometer versehn, das die Temperatur der Scale anzeigte. Die Reduction auf 0° geschah mittelst der von Herrn Schumacher in seinem Jahrbuch der Astronomie für 1836 mitgetheilten Tafeln, die nicht nur die Ausdehnung des Quecksilbers, sondern auch die der Scalen aus Messing berücksichtigen. Mit Hülfe derselben Tafeln ist auch H' corrigirt. H war stets so klein, dafs es keiner Correction bedurfte.

Die Ausdehnung des Glases δ mufste durch besondere Versuche ermittelt werden. Ich wandte hierfür ein Ausflufs-Thermometer an, das aus derselben Glassorte als die Röhre KL geblasen war, und etwa 100 Grammes Quecksilber enthielt. Es wurde in den oben beschriebenen Kasten NU eingelegt in derselben Höhe als KL und gleichzeitig mit diesem mit Eis umgeben und den Dämpfen des kochenden Wassers ausgesetzt.

Die Anwendung dieses Thermometers hatte den doppelten Zweck, die Temperatur des Kochpunkts zu bestimmen, oder vielmehr die anscheinende Ausdehnung des Quecksilbers mit der der Luft zu vergleichen, und zugleich die Ausdehnung des Glases kennen zu lernen. Wenn p das Gewicht des Quecksilbers bedeutet, welches das Thermometer bei der Temperatur 0° ganz füllt, und π das Gewicht des Quecksilbers, das bei der Erwärmung bis zur Temperatur des kochenden Wassers ausfliefst; so ist die anscheinende Ausdehnung von 0° bis zu dieser Temperatur gleich $\frac{\pi}{p}$. Bezeichnet β diese anscheinende Ausdehnung bis zur Temperatur des kochenden Wassers unter dem Drucke von 28 Zoll Par. oder bis zu 100° und δ die Ausdehnung des Glases, so wie q die absolute Ausdehnung des Quecksilbers für dieselbe Temperatur-Differenz, so ist

$$1 + \delta = \frac{1 + q}{1 + \beta}$$

Für die absolute Ausdehnung des Quecksilbers q kennt man keine genauere Bestimmung als die von Dulong und Petit, welche $q = 0{,}018018$ gefunden haben. Mit Hülfe dieses Werthes und der angeführten Formel ist die

([1]) Poggendorff Annal. XXVII. p. 39.

folgende Tafel berechnet, welche die für p und π beobachteten Werthe, so wie die jedesmaligen Barometerstände enthält, aus denen die Temperatur T mit der von Egen angegebenen Correction bestimmt ist. Die 18 angeführten Beobachtungen ergeben als Mittel für die anscheinende Ausdehnung des Quecksilbers von 0° bis 100°

$$\beta = 0{,}0154309$$

und als Mittel für die Ausdehnung des Glases

$$d = 0{,}002547.$$

p	π	$\frac{\pi}{p}$	Barometer.	T	Ausdehnung des Quecksilbers.	Ausdehnung des Glases.
66,64675	1,0260	0,0153946	332,98	99,750	0,0154332	0,002545
106,4185	1,637	0,0153826	331,40	99,618	0,0154416	0,002537
108,4665	1,656	0,0152674	331,40	99,618	0,0153260	0,002652
106,4135	1,642	0,0154304	335,76	99,980	0,0154334	0,002545
108,4630	1,671	0,0154062	335,76	99,980	0,0154092	0,002569
106,4165	1,6405	0,0154158	334,00	99,834	0,0154415	0,002537
108,465	1,6701	0,0154059	334,00	99,834	0,0154315	0,002547
106,4125	1,645	0,0154587	337,437	100,119	0,0154403	0,002538
108,462	1,67625	0,0154547	337,437	100,119	0,0154364	0,002542
106,4145	1,6415	0,0154255	335,11	99,926	0,0154369	0,002542
108,464	1,6765	0,0154567	335,11	99,926	0,0154681	0,002511
106,4075	1,646	0,0154688	337,56	100,129	0,0154489	0,002530
108,464	1,672	0,0154153	335,16	99,930	0,0154260	0,002552
106,414	1,639	0,0154021	333,33	99,778	0,0154364	0,002543
106,4135	1,640	0,0154116	333,82	99,819	0,0154395	0,002540
108,473	1,669	0,0153863	334,95	99,913	0,0153998	0,002578
105,14475	1,6275	0,0154786	339,45	100,286	0,0154345	0,002544
105,13925	1,6325	0,0155270	340,25	100,353	0,0154724	0,002507
				Mittel	0,0154309	0,002547

Die Herren Dulong und Petit haben $\beta = 0{,}0154321$ gefunden und aus den Versuchen des Herrn Rudberg ergiebt sich $\beta = 0{,}015454$, wobei jedoch besonders zu bemerken ist, daſs die Temperatur des kochenden Wassers von Rudberg unter 0ᵐ,76 Druck genommen ist, und wahrscheinlich auch von Dulong und Petit, wiewohl diese es an keiner Stelle bestimmt sagen. Dahingegen habe ich die Temperatur des kochenden Wassers unter 28 Zoll Par. genommen. Um daher beide Zahlen vergleichen zu können,

mufste der von mir gefundene Werth mit 1,00075 multiplicirt werden, alsdann wird

$$\beta = 0{,}0154424.$$

Für die Ausdehnung des Glases haben die Herren Dulong und Petit $\delta =$ 0,0025839 gefunden [1]; dahingegen erhielt Herr Rudberg 0,002285. Derselbe meint, dafs dieser Unterschied darauf beruhe, dafs das von ihm angewandte Glas Kaliglas gewesen sei, während das von Dulong und Petit angewandte Natronglas war. Eine Analyse des Glases, das ich angewandt habe, ergab:

Kieselsäure	67,305	p. C.
Thonerde	1,258	»
Kalkerde	11,892	»
Kali	12,404	»
Natron	7,141	»
	100,000	

Es war dasselbe also ein Gemisch aus Kali und Natronglas, und daher liegt auch der Ausdehnungscoefficient desselben zwischen dem des Kali und des Natronglases. Bei der Berechnung meiner Versuche sind die von mir gefundenen Werthe $\beta = 0{,}0154309$ und $\delta = 0{,}002547$ benutzt.

Die Versuche sind nicht nur mit atmosphärischer Luft, sondern auch mit Wasserstoff, Kohlensäure und schweflichter Säure angestellt. Ich habe grade diese Gase gewählt, weil die schweflichte Säure vor allen andern Gasen bei dem niedrigsten Drucke tropfbar flüssig wird, und aufserdem Wasserstoff die leichteste und Kohlensäure eine der schwersten Glasarten ist.

In der folgenden Tafel sind die Versuche zusammengestellt. Behufs einer bessern Controlle habe ich neben den Resultaten auch die Beobachtungen selbst mitgetheilt. Die ersten fünf Spalten enthalten die Werthe von h, H, h', H' und e in Pariser Linien, und mit Hülfe der oben erwähnten Schumacherschen Tafeln auf 0° reducirt, die sechste Spalte enthält die aus dem Barometerstande h' berechnete Temperatur T, die siebente enthält die

[1] In der Abhandlung des Hrn. Rudberg (sowohl in den Vetenskaps Handlingar for 1837, als in Poggendorff Annalen XLI.) wird irrthümlich angegeben, dafs sie dieselbe $= 0{,}002546$ gefunden hätten.

Ausdehnung der Luft von 0° bis T ohne Rücksicht auf die Ausdehnung des Glases oder $\frac{H'+h'-e}{H+h-e}$, und endlich die achte Spalte diese Ausdehnung von 0° bis 100° mit Berücksichtigung der Ausdehnung des Glases oder α.

Nro.	H	h	H'	h'	e	T	$\frac{H'+h'-e}{H+h-e}$	α	
				Atmosphärische Luft.					
I.	333,32‴	+ 1,75‴	333,82‴	122,83‴	0,25‴	99,82°	1,36312	0,367241	
II.	334,95	+ 0,5	334,95	121,6	0,25	99,92	1,36128	0,365032	
III.	335,29	+ 5,00	335,33	128,0	0,75	99,95	1,36237	0,366033	
IV.	339,36	+ 0,5	339,45	123,75	0,75	100,28	1,36371	0,366164	
X.	333,38	+ 6,25	332,92	129,9	0,75	99,75	1,36352	0,367899	
XIV.	332,51	+ 5,9	332,51	127,93	0,75	99,70	1,36140	0,365948	
XV.	333,9	+ 2,5	333,65	124,4	0,75	99,81	1,36243	0,366596	
XIX.	342,87	− 6,5	341,70	117,3	0,75	100,47	1,36539	0,367154	
								0,366508	Mittel
				Wasserstoff.					
V.	336,314‴	− 2,85‴	336,464‴	117,5‴	0,75‴	100,03°	1,36217	0,365530	
VIII.	333,33	+ 0,25	332,83	121,0	0,75	99,74	1,36129	0,365701	
XII.	333,2	− 6,5	335,32	109,33	1	99,94	1,36214	0,365829	
XIII.	332,67	− 5,75	332,93	111,69	1	99,73	1,36113	0,365577	
								0,365659	Mittel
				Kohlensäure.					
VI.	334,05‴	+ 7,0‴	334,05‴	130,94‴	0,8‴	99,84°	1,36426	0,368319	
VII.	333,55	+ 7,5	333,49	131,71	0,8	99,80	1,36487	0,369078	
XI.	333,38	+ 2,0	333,45	123,7	1	99,79	1,36417	0,368404	
XVIII.	342,92	− 2,25	342,88	123,00	1,5	100,57	1,36916	0,370547	
								0,369087	Mittel
				Schweflichte Säure [1].					
IX.	340,423‴	+ 1,75‴	340,246‴	131,16‴	1,00‴	100,35°	1,38758	0,389761	
XVI.	334,03	+ 3,4	334,77	130,5	1	99,90	1,37999	0,383884	
XVII.	343,03	0,0	343,13	130,34	1,5	100,59	1,38193	0,383209	
								0,385618	Mittel

[1] Ich habe später noch einige Versuche mit schweflichter Säure angestellt, bei denen dieselbe durch Schwefelsäure getrocknet wurde, womit kleine Bimsteinstücke befeuchtet waren. Da man glauben konnte, dafs die grofse Verschiedenheit des Coefficienten dieser Gasart von den übrigen davon herrührt, dafs eine Verdichtung derselben an der Wand des Gefäfses stattfinde, so wurden einige dieser Versuche mit einer grofsen Glaskugel angestellt,

Es darf nicht unerwähnt bleiben, dafs bei jeder neuen Füllung auch stets eine neue Röhre angewendet wurde. Mit derselben Füllung sind bei der atmosphärischen Luft die Versuche I und II, ferner III, IV, X, und endlich XV und XIX angestellt, so dafs die Versuche mit vier verschiedenen Füllungen vorgenommen wurden. Da in dem Zimmer Kohlenfeuer war, um das Wasser im Kasten *NU* zu kochen, so wurde die Luft, um sicher zu sein, dafs sie keine sehr grofse Menge Kohlensäure enthalte, bei den Versuchen XV und XIX mittelst gläserner Röhren aus einem freien grofsen Hof in den Apparat geleitet.

Bei dem Wasserstoff sind die Versuche V und VIII, und eben so die Versuche XII und XIII mit derselben Füllung vorgenommen. Für beide Füllungen war das Gas aus Zink mittelst Schwefelsäure entwickelt, zunächst durch caustisches Kali und dann durch Kalkwasser geleitet; durch letzteres, um sicher zu sein, dafs es frei von Kohlensäure sei. Darauf wurde es durch eine drei Fufs lange, mit geschmolzenem Chlorcalcium gefüllte Röhre getrocknet.

Bei der Kohlensäure sind nur die Versuche VI und VIII mit derselben Füllung vorgenommen. Für alle drei Füllungen wurde die Kohlensäure aus doppelt kohlensaurem Natron mittelst Schwefelsäure entwickelt, und durch eine Auflösung desselben Salzes geleitet, um die etwa mit übergerissenen Dämpfe von Schwefelsäure zurückzuhalten. Für die beiden ersten Füllungen wurde das Gas durch eine drei Fufs lange Chlorcalcium-Röhre getrocknet, für den Versuch XVIII war es 48 Stunden mit Chlorcalcium in Berührung gewesen.

---

bei der folglich die Wand im Verhältnifs zum Inhalt viel geringer war, als bei den gewöhnlich angewandten Röhren. Von den folgenden Versuchen sind XVIII und XIX mit einer Röhre von 80 Cub. Cent. Inhalt, XX und XXI mit der oben erwähnten Kugel von 996 Cub. Cent. Inhalt angestellt.

XVIII	0,3847
XIX	0,3839
XX	0,3849
XXI	0,3842
Mittel	0,3844

Es geht hieraus hervor, dafs keine merkbare Condensation an der Wand des Gefäfses stattfindet.

Bei der schweflichten Säure haben drei Füllungen statt gefunden, für alle drei war das Gas aus Schwefelsäure und Quecksilber entwickelt. Für die erste (Versuch IX) wurde es durch eine Auflösung von schweflichtsaurem Kali geleitet, um die mit übergerissene Schwefelsäure zurückzuhalten, und dann durch eine vier Fufs lange Röhre mit Chlorcalcium getrocknet. Die gröfsere Ausdehnung dieser Gasart, als der übrigen, liefs mich befürchten, dafs sie nicht hinreichend getrocknet worden. Für die zweite Füllung (Versuch XIV) wurde deshalb das Gas nicht durch die Auflösung von schweflichtsaurem Kali, sondern statt dessen, durch eine sechs Fufs lange enge Glasröhre geleitet, die beständig kalt erhalten wurde, und dann durch die Chlorcalcium-Röhre getrocknet. Endlich für die dritte Füllung (Versuch XVII) war das Gas 48 Stunden über Chlorcalcium aufbewahrt worden.

Die verschiedene Art der Füllung scheint ohne allen Einflufs zu sein. Aber ganz entschieden zeigt es sich, dafs die Ausdehnung der Kohlensäure etwas gröfser, als die der atmosphärischen Luft ist, und dafs die der schweflichten Säure bedeutend gröfser als die der Luft und der Kohlensäure ist. Auch scheint die des Wasserstoffgases geringer als die der atmosphärischen Luft zu sein. Die Unterschiede sind zwar nur gering, aber sie zeigen sich doch bei jedem einzelnen Versuche, (ich brauche wohl nicht zu erwähnen, dafs ich keinen unterschlagen habe.)

Es ist also das allgemeine Gesetz der vollkommenen Gleichheit der Ausdehnung aller Gasarten in aller Strenge nicht richtig. Wovon die Verschiedenheiten herrühren, wage ich nicht mit Bestimmtheit zu sagen, wahrscheinlich haben sie ihren Grund darin, dafs die leicht compressibeln Gasarten dem Mariotteschen Gesetze nicht vollständig folgen. Denn die Abweichungen von diesem Gesetze finden nicht nur in der nächsten Nähe ihres Condensations-Punktes statt, sondern erstrecken sich auch noch, nach den Versuchen von Oerstädt und Despretz, die ich selbst wiederholt habe, bis zu einem Drucke, der um mehrere Atmosphären niedriger ist, als der, bei welchem die Gasart tropfbar flüssig wird. Möglich wäre es auch, dafs die verschiedenen Gasarten sich verschieden ausdehnen, und hierfür sprechen die Unterschiede zwischen Wasserstoff und atmosphärischer Luft, denn bei diesen Gasarten, deren Condensations-Punkt so weit entfernt liegt, kann man keine Abweichung vom Mariotteschen Gesetze annehmen. Die Bestim-

mung der Ausdehnung von Dämpfen tropfbarer Flüssigkeiten würde hierüber am besten Aufschlufs geben.

Herr Rudberg hat bei seinen Versuchen für die Ausdehnung der atmosphärischen Luft im Mittel bei der ersten Arbeit 0,3647 und bei der zweiten 0,36457 oder im Mittel von beiden 0,36463 erhalten, ich hingegen 0,3665, wobei bemerkenswerth ist, dafs der kleinste Werth, den ich erhalten habe, noch immer 0,3650 ist. Die Verschiedenheit zwischen beiden Resultaten wird aber noch gröfser, wenn man bedenkt, dafs die von Herrn Rudberg gefundene Zahl die Ausdehnung bezeichnet von 0° bis zur Temperatur des kochenden Wassers unter 0,76 Druck, und die, welche ich erhalten habe, die Ausdehnung bis zur Temperatur des kochenden Wassers unter dem Druck von 28 Zoll Par. Diese beiden Temperaturen sind aber verschieden, denn 0,76 Meter = 28 Zoll 0,905 Linien, und daher ist die Temperatur, bei welcher das Wasser unter dem letztern Drucke kocht, gleich 100°,075, wenn die, bei welcher es unter dem Drucke von 28 Zoll kocht, gleich 100° gesetzt wird. Es ist folglich die Ausdehnung in dem Verhältnifs dieser Temperaturen gröfser, und dann wird das Mittel aus meinen Versuchen 0,366782.

Eine Verschiedenheit findet zwar bei der Berechnung unserer Zahlen statt, denn Herr Rudberg hat bei der Correction der Barometerhöhen einen andern von ihm selbst (¹) gefundenen Coefficienten für die Ausdehnung des Messings angewandt, als Herr Schuhmacher in den oben erwähnten und von mir benutzten Tafeln. Diese Verschiedenheit ist indefs so gering, dafs sie ganz ohne allen bemerkbaren Einflufs bleibt.

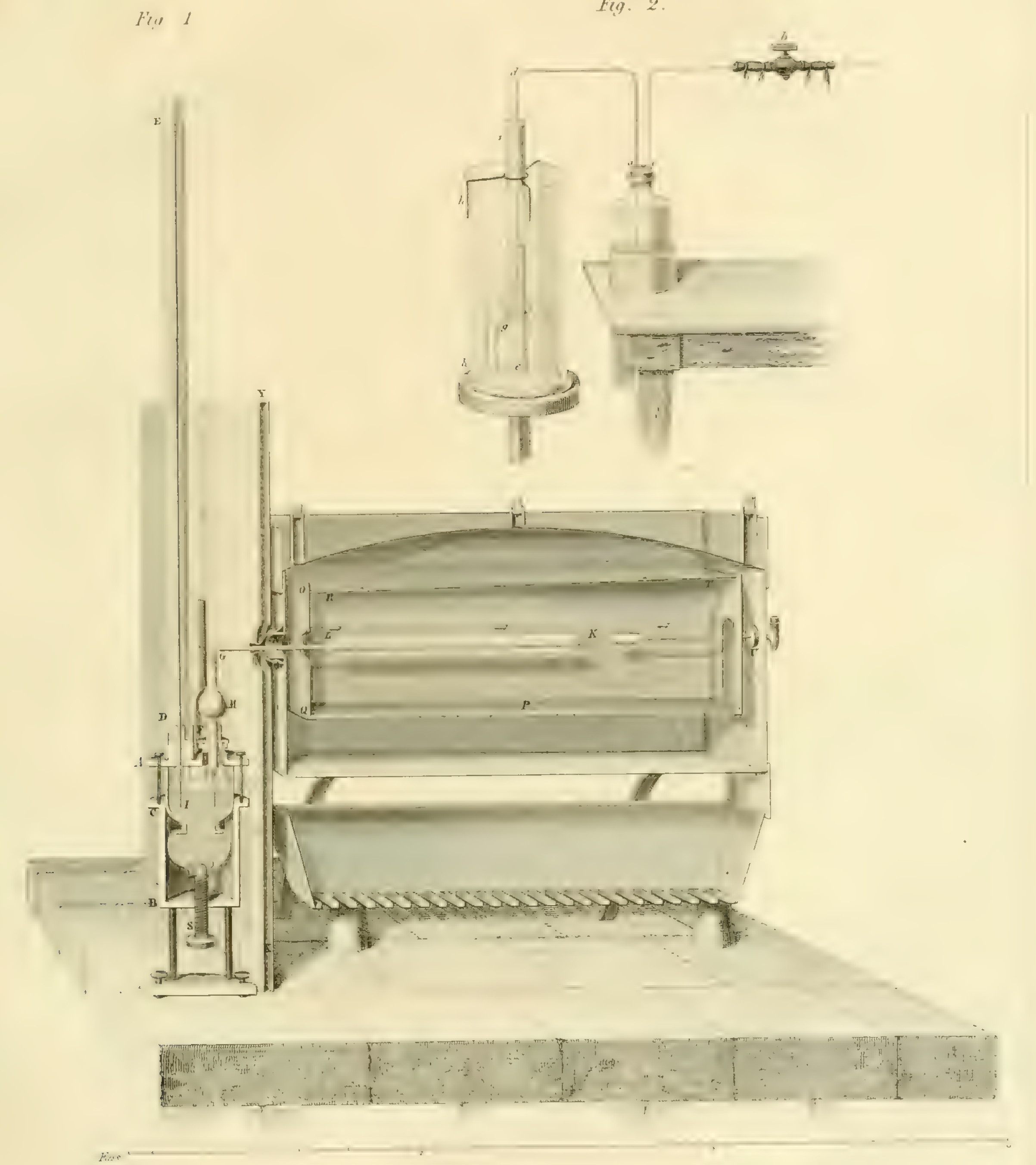
Man könnte vermuthen, dafs der Unterschied in unsern Resultaten seinen Grund in der Bestimmung der Temperaturen habe, darin nämlich, dafs die Temperatur des schmelzenden Eises bei meinen Versuchen zu gering, oder die des kochenden Wassers zu hoch war. Es stimmt indefs die anscheinende Ausdehnung des Quecksilber, wie sie aus den Versuchen des Herrn Rudberg hervorgeht, nämlich 0,015454, so vollkommen mit der, welche ich für dieselbe Temperatur-Differenz gefunden habe, nämlich 0,015442, dafs der Unterschied in der Temperatur, wenn wir beide reines Quecksilber angewandt haben, höchstens 0°,1 C. betragen haben könnte, wäh-

(¹) *Vetenskaps Academiens Handligar* 1837. p. 172.

rend der Unterschied der Coefficienten 0,3650 und 0,3667 eine Verschiedenheit der Temperatur von fast 0°,5 C. voraussetzen würde.

Man könnte ferner glauben, daſs die Verschiedenheit in einem Fehler des Apparats, und namentlich in einer Unrichtigkeit der Scale *DE* zu suchen sei. Ich habe die von mir angewandte mit einem guten Etalon verglichen, nach dem hier die Barometer gefertigt werden, und mit diesem stimmte sie genau genug überein. Denn der Fehler dieser Scale müſste fast 0‴,5 Par. betragen, wenn von ihm allein die Abweichung der gefundenen Werthe herrühren sollte. Wir haben beide dieselbe Formel für die Berechnung unserer Resultate zu Grunde gelegt, ohne eine Correction für die Luft in der Röhre *GN* vorzunehmen. Durch eine solche würde der Ausdehnungscoefficient etwas gröſser ausfallen, und zwar um so gröſser, je bedeutender das Volumen der in *GN* enthaltenen Luft im Verhältniſs zu der ganzen Luftmasse *GNLK* ist. Herr Rudberg giebt zwar nicht an, wie groſs der Inhalt dieses Stücks bei seinen Versuchen gewesen, aber er kann nicht gut kleiner gewesen sein als bei meinen. Es wäre daher wohl möglich, daſs hierin die Verschiedenheit unserer Resultate zu suchen ist. Um die Correction vornehmen zu können, muſs man die Temperatur der in *GN* enthaltenen Luft kennen, was nicht mit Genauigkeit möglich ist. Nimmt man statt derselben die Temperatur der umgebenden Luft, so begeht man offenbar einen Fehler, da die Temperatur des Stückes *GN* sich ändert durch die Temperatur der übrigen Luftmasse *NLK*. Deſshalb, glaube ich, ist es gut das Stück *GN* so klein als möglich zu machen, um gar keiner Correction zu bedürfen.

Zur Abh. des Hrn. Magnus über die Ausdehnung der Gase durch die Wärme. 1841.



F. Unzelmann del et sc



Über

Induction durch elektromagnetisirtes Eisen.

Von
Hrn. DOVE.

[Auszug aus den am 19. Februar und 14. Juni 1838, am 22. April und 24. October 1839, am 28. October 1841, am 18. April und 11. August 1842 gelesenen Abhandlungen.]

Die nachfolgenden Untersuchungen bezwecken den Einflufs nachzuweisen, welchen das Auflösen einer massiven Eisenstange in Drathbündel und die Art dieselbe zu magnetisiren auf die elektrischen Ströme äufsert, welche sie in einem sie umgebenden Drathe inducirt. Bachhoffner und Sturgeon (1) haben gezeigt, dafs der Öffnungsschlag einer galvanischen Kette durch Einführung eiserner Drathbündel in den spiralförmigen Schliefsungsdrath derselben viel bedeutender verstärkt wird, als durch Eisen in Form einer massiven Stange. Die Art, wie der Gegenstrom (Extracurrent) entsteht, gestattet aber nur seine physiologischen Wirkungen zu prüfen und die Lebhaftigkeit des bei Öffnung des Schliefsungsdrathes erscheinenden Funkens. Aufserdem vermischen sich in dem letzteren drei Wirkungen, nämlich der Funke des primären galvanischen Stromes, die Steigerung desselben durch die Wirkung der spiralförmigen Windungen des Schliefsungsdrathes auf einander und der von dem verschwindenden Magnetismus des eingeführten Eisens herrührende Effect. Für die physiologischen Wirkungen concurriren die beiden letztern Ursachen allein, da eine durch einen kurzen gerade ausgespannten Drath geschlossene galvanische Kette keinen Öffnungsschlag giebt. Indem ich statt des Gegenstromes den Nebenstrom untersuchte, d. h. den das eiserne Drathbündel spiralförmig umhüllenden Schliefsungsdrath der galvanischen Kette auf einen von ihm getrennten ihm parallelen Drath wirken liefs, konnte ich den resulti-

---

(1) *Annals of Electricity* I. p. 481.

renden Strom auch durch andre rheometrische Mittel prüfen als durch Gefühl und Lebhaftigkeit der Funken. Es blieb nun noch übrig, die Wirkung des verschwindenden Magnetismus allein im Resultat zu behalten, und dies erreichte ich durch Construction eines Differentialinductors, bei welchem zwei gleiche Schliefsungsspiralen auf zwei gleiche Nebenspiralen wirken, welche, da sie kreuzweise mit einander verbunden sind, ihre Wirkung vollkommen neutralsiren. Die durch Einführen von Eisen in eine dieser Spiralen eintretende Störung des vorher bei leeren Spiralen bestandenen Gleichgewichts ist daher ein Effect dieses Eisens allein. Die Resultate, welche ich erhielt, wenn der primäre Strom der einer galvanischen Kette oder Thermokette war, habe ich der Akademie am 24. October 1839 vorgelegt. Sie waren der Art, dafs eine Ausdehnung derselben auf andre Magnetisirungsweisen des Eisens, als durch den Strom einer galvanischen Kette, wünschenswerth erschien. Die vermittelst der Entladung einer elektrischen Flaschenbatterie erhaltenen Ergebnisse wurden der Akademie am 28. October 1841 vorgelegt, die durch Annähern des Eisens an einen Magneten hingegen am 18. April 1842. Bei dieser letzten Magnetisirungsweise konnten ähnliche Untersuchungen für den Anfangsgegenstrom angestellt werden. Die Verstärkung der physiologischen Wirkung secundärer Ströme höherer Ordnungen durch eiserne Drathbündel war endlich der Gegenstand einer der Akademie am 11. August 1842 vorgelegten Arbeit. Sämmtliche ein Ganzes bildende Untersuchungen erscheinen hier mit Bewilligung der Akademie in eine Abhandlung vereinigt in der Reihefolge, welche mir die übersichtlichste scheint, da die, in welcher sie veröffentlicht wurden, unmittelbar aus den Berichten der Akademie ([1]) erhellt.

([1]) Über einen magneto-elektrischen Apparat zur Hervorbringung inducirter Ströme gleicher Intensität in von einander vollkommen getrennten Dräthen und die Anwendung einander compensirender Spiralen überhaupt 1838, p. 21 u. 95.

Über das Verhältnifs des grauen und weifsen Gufseisens zu Schmiedeeisen, hartem und weichem Stahl in Beziehung auf die durch dieselben hervorgebrachten Inductionserscheinungen 1839, p. 72.

Über magneto-elektrische Ströme, welche, wenn sie am Galvanometer im Gleichgewicht sind, den menschlichen Körper heftig erschüttern, hingegen, wenn sie ihre physiologische Wirkung gegenseitig neutralisiren, die Magnetnadel in starke Bewegung versetzen 1839, p. 163.

Bekanntlich kann man bei elektrischen Strömen verschiedenen Ursprungs daraus, dafs sie die Nadel eines und desselben Galvanometers um gleich viel ablenken, nicht auf ihre Gleichheit schliefsen, denn da nach Ohm's Theorie die Intensität eines Stromes gleich ist der ihn hervorbringenden elektromotorischen Kraft dividirt durch den Leitungswiderstand aller Theile, welche der Strom durchläuft, so mufs in dem Falle, dafs der Leitungswiderstand, von welchem der Drath des Galvanometers nur einen Theil hervorbringt, ungleich ist, aus der Gleichheit der Ablenkung der Galvanometernadel auf eine Ungleichheit der elektromotorischen Kraft geschlossen werden. Diese Ungleichheit mufs dann hervortreten, wenn man den Leitungswiderstand beider Ströme um gleich viel vermehrt oder vermindert. Auf diese Weise erklärt sich z. B. bekanntlich, warum eine Thermokette und eine galvanische bei gleicher Wirkung am Galvanometer sich sehr verschieden verhalten, wenn in den Schliefsungsbogen eine Flüssigkeit eingeschaltet wird. Dasselbe gilt für eine Volta'sche Säule und ein galvanisches Element, welche, am Galvanometer als gleich erkannt, sich in Beziehung auf den menschlichen Körper oder einen Zersetzungsapparat sehr verschieden verhalten. Ist aber der Leitungswiderstand für beide Ströme derselbe, indem sie z. B. in demselben Leiter sich bewegen und geben sie, am Galvanometer gemessen, dieselbe Ablenkung, so wird eine Gleichheit der elektromotorischen Kraft bei beiden vorausgesetzt werden müssen. Wirken nun diese Ströme in Fällen, wo der Leitungswiderstand durch gleich grofse Ver-

---

Über die durch Magnetisiren des Eisens vermittelst Reibungselektricität inducirten Ströme 1841, p. 296.

Über den Gegenstrom zu Anfang und zu Ende eines primären 1842, p. 99.

Über die durch Annähern von massivem Eisen und von eisernen Drathbündeln an einen Stahlmagneten inducirten elektrischen Ströme 1842, p. 112.

Über elektrische Ströme, welche der verschwindende Magnetismus elektro-magnetisirter Eisenstangen und Drathbündel inducirt, wenn der dieselben mangnetisirende Strom entsteht

1) durch Annähern eines geschlossenen Kupferdrathes an einen Stahlmagneten,

2) durch Annähern von weichem Eisen an einen Stahlmagneten,

3) durch die Combination beider Wirkungen vermittelst der Saxtonschen Maschine, 1842, August.

Über den Einflufs eiserner Stangen und Drathbündel auf inducirte Ströme höherer Ordnungen 1842, August.

änderung beider gleich bleibt, verschieden, so kann diese Verschiedenheit nicht einer Verschiedenheit der elektromotorischen Kraft zugeschrieben werden, sondern ist in andern Ursachen zu suchen.

Versteht man unter elektrischem Strome das Abgleichen eines irgend wie hervorgerufenen elektrischen Gegensatzes, so treten in dieses Abgleichen zwei Momente ein: die anfängliche Stärke dieses Gegensatzes und die Zeit, innerhalb welcher sich derselbe auf Null reducirt. Unterschiede der Wirkung zweier Ströme, welche durch Abgleichen eines gleich grofsen elektrischen Gegensatzes entstehen, müssen daher der Verschiedenheit der Dauer dieses Abgleichens zugeschrieben werden.

Hingen die magnetischen, chemischen, physiologischen und thermischen Wirkungen eines elektrischen Stromes in gleicher Weise von seiner Stärke und Dauer ab, so würden zwei in einer jener Beziehungen als gleich erkannte Ströme es auch in den drei andern Beziehungen sein. Diefs ist aber nicht der Fall.

In Beziehung auf das Verhältnifs des galvanometrischen Effectes eines Stromes zu seiner chemischen Wirkung kann es durch eine grofse Anzahl das Faradaysche Gesetz der festen elektrolytischen Action direct bestätigender Versuche von Pouillet (¹), Jacobi (²), Weber (³) als erwiesen angesehen werden, dafs für die auf galvanischem Wege erhaltenen elektrischen Ströme die Wasserzersetzung innerhalb eines gegebenen Zeitraumes der während desselben durch den Multiplicator (⁴) gemessenen constanten Stärke dieser Ströme proportional sei. Von zwei galvanometrisch als gleich erkannten Strömen kann man daher gleiche chemische Wirkungen erwarten.

Im Gebiete der Inductionserscheinungen hat man bisher aus einer Verstärkung der physiologischen Wirkung auf eine gröfsere sie hervorbringende in Bewegung gesetzte Elektricitätsmenge als Ursache geschlossen und daher indirect angenommen, dafs bei magnetoelektrischen

---

(1) *Compt. rend.* V, p. 785.

(2) *Bulletin scientique de l'Académie de St. Pétersbourg* 1839, p. 354.

(3) Resultate des magnet. Vereins 1840, p. 96.

(4) Sei er nun eine Sinusbussole oder eine Tangentenbussole oder eine bifilar aufgehängte durch den Erdmagnetismus gerichtete Drathrolle.

Strömen die physiologische Wirkung der Ablenkung der Galvanometernadel und den Gasmengen des Voltameters proportional sei. Für die Maschinenelektricität hat man in dieser Beziehung längst einen Unterschied gefunden, denn der den Körper heftig erschütternde Schlag einer Kleist'schen Flasche vermag nicht eine Magnetnadel abzulenken, er erlangt diese Eigenschaft erst dadurch, dafs man durch Einschalten eines nassen Fadens in den Schliefsungsbogen dessen Leitungswiderstand vermehrt. Dabei vermindert sich die physiologische Wirkung in einer auffallenden Weise, während sich das blendend weifse Licht des Funkens in ein gelblichrothes verwandelt. Ebenso verschwindet die Erschütterung vollkommen, wenn man die eine Belegung der Flasche in der Hand hält, der andern aber sich mit einer im Dunkeln bläulich leuchtenden Spitze allmählig nähert oder nach Lord Mahons Angabe die Flasche vermittelst Elfenbein entladet. Auch unter dieser Bedingung der allmähligen Entladung durch eine genäherte Spitze tritt, wie Colladon ([1]) zuerst gezeigt hat, eine Wirkung auf die Magnetnadel ein. Denkt man sich hier die Elektricität beider Belegungen auf zwei Elektrometer vertheilt, von denen die Blättchen des einen um eben so viel Grade positiv divergiren, als die des andern negativ, so würde, wenn man beide durch einen Leiter verbindet, bei langsamen Zusammenfallen der Blättchen eine neben dem Leiter befindliche Magnetnadel abgelenkt, ein, die Abgleichung hervorbringender menschlicher Körper aber nicht erschüttert werden, bei schnellem Zusammenfallen der Blättchen hingegen eine Erschütterung eintreten, während die Magnetnadel ruhig bliebe.

Den hier geltend gemachten Unterschieden der physiologischen und galvanometrischen Wirkungen derselben Elektricitätsmenge, je nachdem sie in längerer oder kürzerer Zeit einen Leiter durchströmt, stellen sich noch andre an die Seite. Bei den durch Bewegung eines in sich zurücklaufenden Leiters in der Nähe eines Magneten erzeugten elektrischen Strömen ist die Stärke derselben der Geschwindigkeit direct proportional, die Dauer derselben der Geschwindigkeit umgekehrt proportional, die Anregung zur Bewegung einer während der Dauer des Stromes gegen die Windungen des Multiplicators unveränderlich gerichteten Nadel daher von

([1]) *Annales de Chimie et de Physique* XXXIII, p. 62.

der Geschwindigkeit ganz unabhängig, wie Gauss ([1]) gezeigt hat. Der physiologische Eindruck ist aber nicht ein Produkt der Dauer in die Stärke, er wird vorzugsweise durch die letztere bestimmt, steigert sich daher mit der Geschwindigkeit der Bewegung, ohne dafs das Gefühl in der verminderten Dauer einer schmerzhaften Empfindung eine Compensation für ihre gröfsere Stärke erhält.

Ähnliche Bestimmungen, wie für die physiologische Wirkung des Stromes, gelten auch für seine Eigenschaft, gehärteten Stahl zu magnetisiren, denn entladet man eine Kleistische Flasche allmählig durch eine Spitze oder ein Stäbchen von Elfenbein, so ist, wie bereits Seebeck ([2]) gezeigt hat, der durch den Schliefsungsdrath in einer Stahlnadel hervorgebrachte Magnetismus entweder ganz unmerklich, oder viel geringer als bei der gewöhnlichen Entladungsweise durch einen in eine Kugel endenden Auslader.

Wenn daher von zwei in demselben Leiter erregten Strömen, von denen der eine durch eine elektromagnetisirte Eisenstange inducirt wurde, der andre durch ein elektromagnetisirtes Drathbündel und welche am Galvanometer dieselbe Ablenkung hervorbringen, der letztere eine stärkere physiologische Wirkung und lebhaftere Funken zeigt als der erstere, und zugleich Stahl stärker magnetisirt, so wird man voraussetzen dürfen, dafs in dem letzteren eine gleiche Elektricitätsmenge in kürzerer Zeit bewegt werde als in dem ersteren, und umgekehrt wird bei gleicher physiologischer und magnetisirender Wirkung beider Ströme der von geringerem galvanometrischem Effect eine im Verhältnifs seiner verminderten Stärke gröfsere Geschwindigkeit haben.

Ich werde nun zuerst an einem einfachen Schema den bei den Versuchen angewendeten Apparat erläutern und dann die nähere Beschreibung desselben folgen lassen.

1. Princip des Differentialinductors.

1. Wenn man in zwei gleichen Dräthen *ab* und *cd* (Fig. 1.), welche durch einen Drath *bc* mit einander verbunden sind, einen elektrischen Strom

---

([1]) Schumachers astronomisches Jahrbuch 1836, p. 42.

([2]) Magn. d. galv. Kette p. 45. Abhandlungen der Berliner Akademie 1821.

erregt, so wird dieser bei seinem Aufhören in zwei den ersten parallelen Dräthen $\alpha\beta$ und $\gamma\delta$ einen mit ihm gleichgerichteten Nebenstrom erzeugen. Verbindet man hingegen diese Dräthe kreuzweise d. h. (Fig. 2.) α mit γ und β mit δ, so werden die von dem primären Strome *ad* in $\alpha\beta$ und in $\gamma\delta$ inducirten Ströme einander entgegenwirken und, bei Gleichheit derselben, einander vollkommen aufheben. Befindet sich aber neben *ab* ein zweiter geschlossener Drath *cfgh* (Fig. 2.), so wirkt der in demselben inducirte Strom auf *ab* und $\alpha\beta$ zurück, und zwar, da er mit den Strömen in *ab* und $\alpha\beta$ gleichgerichtet ist, verzögernd d. h. schwächend für alle die Prüfungsmittel, welche von derselben Elektricitätsmenge, wenn sie in längerer Zeit einen Drath durchläuft, weniger afficirt werden, als wenn diefs in kürzerer Zeit geschieht, also schwächend für die physiologische Wirkung und das Magnetisiren des Stahls, während der galvanometrische Effect und die Eigenschaft weiches Eisen zu magnetisiren dadurch nicht verändert wird. Die in Beziehung auf jene Prüfungsmittel durch die Anwesenheit von *cfgh* im Drathe $\alpha\beta\gamma\delta$ nach aufgehobenem Stromgleichgewicht hervortretenden Inductionserscheinungen werden demnach durch einen von β nach α gerichteten Strom erzeugt erscheinen, da der in $\gamma\delta$ von *cd* inducirte unverzögerte Strom überwiegt über den von *ab* in $\alpha\beta$ inducirten, aber durch *cfgh* verzögerten Strom. Auch sind diese Inductionserscheinungen allein der Wirkung von *cfgh* auf $\alpha\beta$ zuzuschreiben, da die directe Wirkung von *ab* auf $\alpha\beta$ durch die Anwesenheit von *cfgh* nicht vermindert wird, wie aus dem auf hintereinander liegende Drathwindungen bei Inductionen anwendbaren Multiplicationsprincip unmittelbar folgt.

2. Substituirt man statt des in sich zurücklaufenden Drathes *cfgh* eine auf der Ebene desselben lothrechte Eisenstange *sn* (Fig. 2.), so wird der primäre Strom diese magnetisiren. Der bei dem Aufhören des primären Stromes *ab* verschwindende Magnetismus dieser Eisenstange inducirt aber in $\alpha\beta$ ebenfalls einen Strom und zwar gleichgerichtet mit dem, welchen der in *ab* bestehende elektrische Strom im Moment seines Aufhörens in $\alpha\beta$ hervorruft. Das vorher in $\alpha\beta\gamma\delta$ bestandene Stromgleichgewicht wird also ebenfalls aufgehoben werden, der resultirende Strom wird aber, und zwar für alle Prüfungsmittel, die entgegengesetzte Richtung zeigen, nämlich von α nach β, da nämlich jetzt das verstärkte $\alpha\beta$ über das unverstärkte $\gamma\delta$ überwiegt. Denken wir uns endlich jenes elektromagnetisirte Eisen *sn* von einem leitenden

Drath *cfgh* umgeben, so wird wegen des in *sn* verschwindenden Magnetismus im Drathe $\alpha\beta$ eine gröfsere Elektricitätsmenge in Bewegung versetzt als im Drathe $\gamma\delta$, wegen des in *cfgh* zugleich erregten elektrischen Stromes wird aber diese Elektricitätsmenge langsamer bewegt werden, als die geringere Menge im Drathe $\gamma\delta$.

Hier können also drei verschiedene Fälle eintreten:

1) die vermehrte Elektricitätsmenge steigert irgend eine bestimmte Wirkung des Stromes mehr, als die Verzögerung des Stromes sie vermindert;
2) die durch die Vermehrung der Elektricitätsmenge gesteigerte Wirkung wird genau compensirt durch die Verzögerung des Stromes;
3) die Verzögerung des Stromes schwächt eine bestimmte Wirkung mehr, als diese durch die vermehrte Elektricitätsmenge gesteigert wird.

Im ersten Falle wird der Strom von α nach β gerichtet sein, im zweiten wird das Stromgleichgewicht bestehen bleiben, im dritten wird der Strom von β nach α fliefsen. Ist der primäre das Eisen magnetisirende Strom der einer galvanischen Kette, der einer Thermosäule oder Thermokette oder der inducirte einer Saxtonschen Maschine, so beobachtet man stets nur den ersten Fall, ist hingegen der primäre Strom der einer sich entladenden Kleistischen Flasche oder elektrischen Batterie, so tritt auch der dritte und unter besondern Umständen auch der zweite ein, so aber, dafs wenn für ein Prüfungsmittel des Stromes der erste eintritt, für ein anderes der dritte und umgekehrt eintreten kann. Endlich kann der primäre Strom der Saxtonschen Maschine vermittelst des von ihm erzeugten Gegenstromes so modificirt werden, dafs an ihm alle drei Fälle beobachtet werden können.

Ein aus isolirten Eisendräthen bestehendes Bündel gestattet nicht die Bildung peripherischer das ganze Bündel umgebender elektrischer Ströme. Schliefst man dasselbe hingegen in eine leitende Hülle ein, z. B. in eine geschlossene Messingröhre, so wird das eiserne Drathbündel den Magnet *sn*, die Hülle den Drath *cfgh* repräsentiren. Bei einer massiven Eisenstange wird die Oberfläche derselben als die umschliefsende Umhüllung *cfgh* angesehen werden können. Ein solcher Elektromagnet ist also *sn* mit seinem einschliefsenden Drathe *efgh*.

3. Befindet sich neben *cd* eine ähnliche Combination $s_, n_,$ und $c_, f_, g_, h_,$, so wird das Stromgleichgewicht auf doppelte Weise aufgehoben; aus der

Richtung des resultirenden Stromes wird aber erhellen, welche von beiden Störungen des Gleichgewichts die bedeutendere sei. Vermindert man diese durch Modification des stärkeren sn oder stärkeren $efgh$, so wird das gestörte Gleichgewicht wieder hergestellt werden können. Der Apparat wird dann eine messende Vorrichtung werden.

Zur Verstärkung der Wirkung ist es passend, sowohl den magnetisirenden Dräthen ab und cd, als den Dräthen $\alpha\beta$ und $\gamma\delta$, auf welche die inducirende Wirkung erfolgt, die Form von Spiralen zu geben, von denen die letztern auf die erstern isolirend aufgeschoben werden, während in die erstern hinein sowohl die zu magnetisirenden Eisenstangen gelegt werden als auch die Vorrichtungen, welche den Leiter $efgh$ repräsentiren.

4. Die in die Spiralen gelegten Metallstangen waren theils Cylinder, theils prismatische Stangen von quadratischem Querschnitt. Die Cylinder hatten gleiche Dimensionen, nämlich 11 Zoll 7 Linien Länge und $11\frac{1}{2}$ Linie Durchmesser. Es waren deren dreizehn, von Messing, Zinn, Zink, Blei, gehärtetem Stahl, grauem Roheisen aus dem Tigelofen, grauem Roheisen aus dem Cupoloofen mit warmen Wind geblasen, grauem Roheisen aus dem Cupoloofen mit kalten Wind geblasen, weifsem Roheisen aus dem Cupoloofen mit kaltem Wind geblasen, weifsem Roheisen Tigelgufs, und zwei Cylinder von sehr weichem Schmiedeeisen, aufserdem der Länge nach aufgeschnittene und unaufgeschnittene Flintenläufe, eine aufgeschnittene und eine unaufgeschnittene Messingröhre, eine Röhre von Blei, von Zinn, von Neusilber, von Nickel, von vernietetem und der Länge nach aufgeschnittenem Eisenblech, sämmtlich von denselben Dimensionen als die Cylinder. Die Dräthe der Bündel hatten dieselbe Länge als die Röhren. Es waren derer vier Sorten von weichem Eisendrath, von 0‴,70, 1‴,02, 1‴,46, 2‴,67 Durchmesser, die erste Sorte mit Schellack gut überfirnifst. Auch wurden Bündel von weichem Stahldrath von 0‴,57, von hartem Stahldrath von 0‴,87 und von überfirnifstem Messingdrath von 0‴,70, von Kupferdräthen von 0‴,75, von Zinndräthen von 1‴,10, von Bleidräthen von 0‴,80, von Zinkdräthen von 0‴,60 Durchmesser gebildet, aufserdem Cylinder construirt von feinen eisernen Bohrspänen in Glasröhren eingeschlossen, und Säulen geschichtet aus Scheiben von Stahlblech, von verzinntem Eisenblech und aus Eisenplatten, die einzelnen Scheiben

durch Papierscheiben isolirt, endlich ein Cylinder aus verzinnten Eisenblechscheiben mit zwischengelegten Silbermünzen. Der Durchmesser dieser aus einigen hundert Lagen bestehenden Scheibensäulen betrug 9 Linien. Die prismatischen Stangen waren von Nickel, Antimon, Wismuth, Zink, Blei, Kupfer, Eisen, Messing, 18 Zoll lang und von 5 Linien Seite. Gold, Silber, Platina und Iridium wurden in zusammengelegten Streifen angewendet.

5. Obgleich man sich für verschiedene primäre Elektricitätsquellen derselben magnetisirenden Spiralen *ab* und *cd* und derselben Inductionsspiralen $\alpha\beta$ und $\gamma\delta$ bedienen kann, so ist es für galvanische Ströme, wenn man starke Wirkung verlangt, doch vorzuziehen, dem Schliefsungsdrathe gröfsere Dicke, dem Nebendrathe hingegen mehr Windungen zu geben, als diefs bei Reibungselektricität verlangt wird, wobei es nicht nöthig ist auf die Isolation eine so grofse Sorgfalt zu verwenden, als diese erheischt. Wird hingegen das Magnetisiren des Eisens unmittelbar durch Annähern desselben an einen Stahlmagnet hervorgebracht, so erfordert der Apparat eine wesentlich verschiedene Construction. Ich habe mich bei den folgenden Versuchen daher vier verschiedener Differentialinductoren bedient, von denen die drei ersten im Folgenden beschrieben sind, der letztere aber erst später zur Sprache kommen wird.

2. Differentialinductor für galvanische und für Thermoelektricität.

6. Zwei in die Züge zweier gleichgeschnittenen Holzschrauben gewundene Spiralen [1] von 29 Windungen eines $2\frac{1}{2}$ Linien dicken, durch Schellack isolirten Kupferdrathes von $18\frac{1}{2}$ Linien innerer Weite bilden mit einander verbunden, den Schliefsungsdrath der galvanischen Kette. In die cylindrisch ausgebohrten Holzschrauben werden die zu vergleichenden Eisencylinder und Drathbündel geschoben, welche, durch den Kupferdrath elektromagnetisirt, inducirend auf 2 aufgeschobene Rollen eines $\frac{1}{2}$ Linie dicken, mit Seide umsponnenen Drathes wirken, von denen jede eine Drathlänge von 400 Fufs besitzt. Die freien Enden dieser kreuzweise verbundenen Inductionsrollen werden vermittelst Handhaben durch den Körper oder durch ein

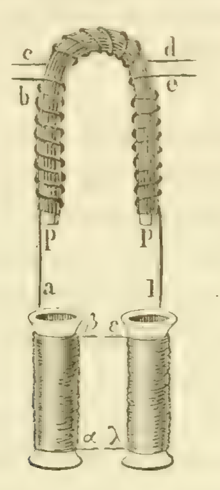
---

[1] Will man den hier beschriebenen Apparat zugleich zu einer elektromagnetischen Maschine anwenden, in welcher die Induction durch ein elektromagnetisirtes Hufeisen ge-

Galvanometer geschlossen und ihre gegenseitige Compensation in beiden Fällen ermittelt (1). Das durch Einschieben eines Eisencylinders in die eine

---

schieht, so kann man sich des in der folgenden Figur dargestellten Arangements bedienen.



Eine hufeisenförmige gebogene cylindrische Stange weichen Eisens pp' ist an ihrer gekrümmten Mitte von einer durch einen isolirenden Überzug von der Berührung mit derselben geschützten Spirale dicken Kupferdrathes cd umwickelt. Auf die ebenfalls isolirend überzogenen geraden einander parallelen Schenkel lassen sich 2 gerade cylindrische Spiralen ab und el desselben Drathes aufschieben, in demselben Sinne als cd gewickelt, so daſs, wenn b mit c, und d mit e verbunden ist, $abcdel$ eine stets in demselben Sinne fortlaufende Spirale bildet. Die Enden a, l dieser beiden Spiralen laufen auf der äuſsern Seite der Schenkel in der Richtung dieser letztern geradlinig fort, damit sie weder dem Ansetzen des Ankers an die Pole pp' im Wege sind, noch das Aufschieben der aus langem dünnen Drath gewickelten Inductionsspiralen $\alpha\beta$ und $\varepsilon\lambda$ auf die von dickem Drath gewundenen magnetisirenden Spiralen ba und el hindern.

(1) Wenn die Inductionsspiralen nicht dieselbe Länge haben als die magnetisirenden Spiralen, denen sie aufgeschoben sind, und eine Inductionsspirale an verschiedenen Stellen eines geradlinigen Elektromagneten einen inducirten Strom verschiedener Intensität zeigt, so wird man durch Verschieben der einen Inductionsspirale auf ihrer magnetisirenden eine noch nicht vollständig erreichte Compensation eben so bewirken können, als wenn man von der stärkeren Inductionsspirale Drath abwickelt. Um nun zu entscheiden, an welcher Stelle ein Elektromagnet am stärksen inducirend wirkt, wurde ein umsponnener Kupferdrath in zwei Spiralen von 60 Windungen geschlungen, die durch ein langes gerade fortlaufendes Ende mit einander verbunden waren. Jede dieser Spiralen wurde anf einen der Pole eines 22 Zoll langen 14 Linien dicken Elektromagneten geschoben, welchen ein 2‴5 dicker Kupferdrath in 60 Windungen umgab. Nachdem die Compensation der Spiralen nahe an den Enden des Elektromagneten am Galvanometer ermittelt worden, wurde die eine der

der Spiralen gestörte Gleichgewicht wird darauf durch allmähliges Hinzufügen von Eisendräthen in die andre Spirale wieder hergestellt. Bei allen diesen Versuchen geschieht die Induction nicht durch Einschieben des noch unmagnetisirten Eisens in die bereits die galvanische Kette schliefsende und daher das bewegte Eisen magnetisirende Spirale, sondern indem durch Schliefsen und Öffnen der galvanischen Kette das in der Spirale bereits ruhende Eisen polarisirt und depolarisirt wird. Alle hier betrachteten Ströme gehören daher zu den sogenannten momentanen. Bei der angegebenen Beobachtungsart ist, wie oben auseinandergesetzt worden, der resultirende Strom nur hervorgerufen durch das eingeführte Eisen, da die directe Wirkung des Schliefsungsdrathes auf den Nebendrath vollkommen compensirt wird.

Die hierbei angewendeten galvanischen Ketten waren theils kleinere Calorimotoren aus zwei Windungen von 4 Zoll Höhe, theils gröfsere vielplattige zu einem Element verbundene Tröge von 13 Zoll Seite mit vier eingesetzten Kupfer- und amalgamirten Zinkplatten. Später wurden mit Vortheil constante Ketten angewendet, theils Bunsensche Zinkkohlenketten, theils Grovesche Platinzinkketten. Die Versuche mit Thermoelektricität wurden mit einer Thermosäule angestellt, bestehend aus acht Thermoketten von Antimon und Wismuth, welche an ihren obern und untern Enden ein Schachbrett von 16 gleichen Quadraten bildeten, jedes von 8 Linien Seite, während die Höhe der Stäbe 3 Zoll 8 Linien beträgt. Die in weite Quecksilbergefäfse endenden Pole dieser Säule wurden durch die magnetisirende Spirale geschlossen, die Temperaturungleichheit aber durch vermittelst Schnee auf Null gehaltenes Wasser und eine darübergehängte glühende eiserne Platte hervorgerufen. Später wurde eine einfache Thermokette angewendet, bestehend aus zwei aneinander gelötheten Wismuth und Anti-

---

Spiralen bei unveränderter Lage der andern an einer der Mitte nähern Stelle angebracht und die Verbindung des Elektromagneten mit der galvanischen Kette aufgehoben. Sogleich zeigten sich starke Ablenkungen und zwar im entgegengesetzten Sinne, wenn die vorher von der Mitte entferntere Spirale die ihr nähere wurde. Die Ablenkungen geschahen stets im Sinne der der Mitte näheren Spirale, auch blieben sie dieselben, wenn das vorher direct elektromagnetisirte Hufeisen nun als Anker an einen andern Elektromagneten angelegt wurde, welcher durch Schliefsen und Öffnen der Kette polarisirt und depolarisirt wurde. Die vortheilhafteste Stelle einer Inductionsspirale ist daher die Mitte des Elektromagneten.

mon-Stäben von 3″ 7‴ Länge, und quadratischem Querschnitt von 8‴5 Seite, welche an der Löthungsstelle durch eine Spiritusflamme erwärmt wurden. Alle Verbindungen der dicken Dräthe geschahen durch querdurchbohrte cylindrische Quecksilbergefäfse, alle Verbindungen des dünnen Drahtes durch doppelt der Quere ([1]) nach senkrecht auf einander durchbohrte Drathklemmen.

3. Differentialinductor für Magnetoelektricität.

7. War der primäre Strom der einer Saxtonschen Maschine, so wurden statt der innern Spirale von dickem Kupferdrath zwei Spiralen von dünnem Drath von $\frac{1}{2}$‴ Dicke angewendet, jede von 400′ Länge, einen Zoll im Lichten und einen Fufs lang. Die äufseren Spiralen waren die bei dem vorigen Differentialinductor angewendeten.

4. Differentialinductor für Reibungselektricität.

8. Auf zwei starke cylindrische Glasröhren von 1 Fufs Länge und 1 Zoll Weite (Fig. 3.) sind zwei Spiralen von Kupferdrath in gleichem Sinne gewickelt und ganz in Schellack eingelassen, welches auswendig mit Papier überzogen ist. Jede der Spiralen bildet bei 32 Fufs Drathlänge 80 Windungen. Von den Drathklemmen, in welche diese Spiralen enden, wird *a* mit der innern, *d* mit der äufsern Belegung der isolirten Batterie verbunden, nachdem diese vermittelst einer selbstentladenden Flasche eine constante Ladung erhalten hat. Da die Klemmen *b* und *c* durch einen Querdrath verbunden sind, so bilden die beiden Spiralen *ab* und *cd* zusammen den Schliefsungsdrath der Batterie. Die darauf zu schiebenden, in gleichem Sinne als die innern gewickelten Inductionsspiralen sind auf Röhren von Pappe in Schellack eingelassen, und haben bei 80 Windungen jede eine Drathlänge von 45 Fufs. Die Dicke des Drahtes dieser Spiralen ist dieselbe als die des Drahtes der Schliefsungsspiralen, nämlich eine halbe Linie, die beiden En-

---

([1]) Durchschneiden die Querlöcher einander senkrecht, so kann man vermittelst einer Schraube die gekreuzten Drähte festklemmen. Das Querdurchbohren der Klemmen bietet aufserdem den Vortheil dar, dafs man die Drähte nicht blofs an ihren Enden verbinden kann, sondern dadurch, dafs man den einen beliebig weit hindurchzieht, auch den einen an der Mitte des andern befestigen kann.

den jeder Nebenspirale befinden sich auf derselben Seite (der Vorderseite der Figur), es läuft daher das umgebogene längere Ende jeder Spirale (β, γ) in einer Glasröhre neben der äufseren Papierbekleidung hin, und ist daran durch zwei seidne Bänder vermittelst daruntergelegter Korkstücke befestigt. Von den vier Enden dieser Spiralen sind zwei α und γ durch einen Querdrath verbunden, während die andern β und δ entweder, wie es die Figur zeigt, in Handhaben enden, oder durch eine, eine unmagnetische Stahlnadel enthaltende Spirale, durch ein Galvanometer, einen Elektromagneten, einen Zersetzungsapparat, ein elektrisches Luftthermometer oder ein Breguetsches Metallthermometer, ein isolirtes Froschpräparat, einen Condensator oder eine Spitzenvorrichtung mit isolirter Zwischenscheibe von Harz zur Darstellung von Harzfiguren verbunden sind. Jede der Schliefsungsspiralen *ab* und *cd*, liegt mit ihrer einhüllenden Nebenspirale, $\alpha\beta$ und $\gamma\delta$, auf zwei gut mit Schellack überzogenen Glasfüfsen von $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser, welche in einer Höhe von $8\frac{1}{2}$ Zoll sich gabelförmig öffnen in zwei Glasstangen, welche bei einer Länge von 3 Zoll, oben $1\frac{1}{2}$ Zoll von einander abstehen, und an den lothrechten Stangen durch Messinghülsen festgekittet sind. In die innern Glasröhren werden die zu vergleichenden metallenen Cylinder und Drathbündel hineingelegt, wie es die Figur zeigt, in welcher die Spirale *cd* einen massiven Cylinder, die Spirale *ab* ein in eine Metallhülle eingeschlossenes Drathbündel enthält. Der Apparat wurde von Hrn. Kleiner mit gewohnter Sorgfalt ausgeführt.

Ich wende mich nun zu den Versuchen selbst.

I. Ströme inducirt durch den verschwindenden Magnetismus elektromagnetisirter Eisenstangen und Drathbündel, wenn der dieselben magnetisirende Strom der einer galvanischen Kette.

1. Vergleichung der galvanometrischen und physiologischen Wirkung.

9. Befindet sich in der einen Spirale des Differentialinductors eine massive Eisenstange, in der andern ein Drathbündel, welches dieser Eisenstange am Galvanometer das Gleichgewicht hält, so erhält man von diesen einander galvanometrisch compensirenden Strömen bei dem Einschalten des menschlichen Körpers heftige Erschütterungen. Durch Herausnehmen

von Drähten lassen diese Erschütterungen sich bis auf Null reduciren, aber nun erfolgt von diesen physiologisch einander das Gleichgewicht haltenden Strömen eine starke Ablenkung am Galvanometer im Sinne des massiven Cylinders. Wie grofs dieser Unterschied ist, davon mag eine der Versuchsreihen mit dem eine Linie starken Drathe ein Beispiel geben. Die zur Compensation erforderliche Anzahl Dräthe war nämlich folgende:

	für das Galvanometer	für das Gefühl
Schmiedeeisen	$110+x$	15
graues Eisen aus dem Tigelofen	92	24
weicher Stahl	91	9
graues Eisen aus dem Cupoloofen mit warmen Wind geblasen	45	18
weifses - - - - - kaltem - -	43	8
weifses - Tigelgufs	41	10
harter Stahl	28	7
graues Eisen aus dem Cupoloofen mit kaltem Wind geblasen	27	11

Bei dem Schmiedeeisen reichte die in die Holzschraube hineingehende Anzahl Dräthe noch nicht zur Compensation am Galvanometer hin.

Ohne Ausnahme ist also die zur Compensation einer massiven Eisenmasse erforderliche Drathmenge für das Galvanometer gröfser als für das Gefühl, oder anders ausgedrückt, bei gleicher am Galvanometer bestimmter Intensität des Stromes ist die von dem Drathbündel erzeugte Erschütterung bedeutender als die von der massiven Eisenmasse. Um dieses Resultat auf eine andre Weise zu prüfen, wurde folgender Versuch angestellt: Ein sogenanntes Differential-Galvanometer von zwei gleichen Dräthen, deren jeder in 100 Windungen den Rahmen umgab, wurde so mit den vorher getrennten Inductionsspiralen verbunden, dafs der Strom der einen Spirale die 100 Windungen des einen Drathes des Galvanometers in entgegengesetzter Richtung durchlief, als der Strom der andern Spirale die 100 Windungen des andern Drahtes, und nachdem das Gleichgewicht für den massiven Cylinder und das Drathbündel an der astatischen Nadel ermittelt worden, abwechselnd die Stärke der Erschütterungen der beiden getrennten Spiralen geprüft, wo die des Drathbündels entschieden stärker sich ergab.

10. Obgleich dadurch, dafs die Ströme bei der früheren Versuchsreihe stets in demselben Drath circulirten, unmittelbar erwiesen ist, dafs das Nichtvorhandensein des Gleichgewichts für das Gefühl bei Einschalten des menschlichen Körpers in den am Galvanometer keine Ablenkung gebenden Strom nicht durch eine Vermehrung des Leitungswiderstandes erklärt werden kann, so wurde, als Prüfung innerhalb engerer Grenzen, noch folgender Versuch angestellt. Den Inductionsspiralen wurde eine Länge von 300 Fufs gegeben, so dafs die einander entgegengesetzten Ströme im Ganzen 400 Fufs Drath durchliefen. Darauf wurden 2000 Fufs Drath und später weit gröfsere Längen Drath eingeschaltet, ohne dafs das Gleichgewicht am Galvanometer irgend gestört wurde. Eine bedeutende Vervielfältigung des Leitungswiderstandes war also ohne Einflufs.

11. Die für Eisen gefundenen Resultate schienen auch auf Nickel eine Anwendung zu finden. Eine durch eiserne Dräthe für das Gefühl compensirte quadratische Stange von Nickel gab am Galvanometer einen Ausschlag im Sinne des durch sie erzeugten Stromes.

12. In Beziehung auf das galvanometrische Gleichgewicht mufs noch eine eigenthümliche Erscheinung erwähnt werden, welche dafür spricht, dafs die Steigerung der Ströme bis zu dem Maximum ihrer Intensität bei gleicher mittlerer Stärke nicht in derselben Zeit geschieht. Angenommen die Anzahl der Dräthe überwiege den massiven Cylinder, so dafs der Ausschlag der Nadel im Sinne des durch die Dräthe erzeugten Stromes geschieht, und man vermindert diesen Uberschufs durch Herausnehmen von Dräthen allmählig, so sieht man nicht die Ablenkung durch immer kleiner werdende Ausschläge in die entgegengesetzte durch Null übergehen, sondern man sieht die Nadel, wie von einem schnellen, kurzen Stofse getrieben, nach der Seite des früheren Ausschlages sich bewegen, dann plötzlich anhalten und im Sinne des andern Stromes weit langsamer zurückgehen. Diese zuckende Bewegung findet auch dann noch statt, wenn der zweite Strom bereits überwiegt, so dafs dem kurzen Stofse nach der einen Seite dann eine weitere Schwingung nach der entgegengesetzten folgt. Bezeichnet ac (Fig. 4.) die Dauer des ersten, ae die des zweiten Stromes, abc die Intensitätscurve des ersten, ade die des zweiten, und ist der Flächenraum $abc = ade$, so sieht man leicht, warum die Nadel nur an dem Durchschnittspunkte d im Gleichgewicht zuerst sich im Sinne des Stromes abc und dann im Sinne von ade

bewegt, ja wie diefs noch eine Zeit lang stattfinden kann, wenn der Flächenraum *ade* gröfser als *abc* geworden. Die Zuckung der Nadel zeigt sich deutlicher bei dem Schliefsen als bei dem Öffnen der erregenden Kette, aber in beiden Fällen im Sinne des Drathstromes.

Mit dieser Erscheinung steht eine andre im unmittelbaren Zusammenhange. Da nämlich die Nadel des Galvanometers durch den Unterschied zweier Ströme bewegt wird, dieser Unterschied aber zunimmt, im Verhältnifs, dafs beide Ströme stärker werden, so wird der anfängliche Ausschlag zunehmen bei einer Verstärkung des Stromes. Erreicht dieser Unterschied eine merkliche Gröfse, so findet der zweite Strom die Nadel in einer ungünstigern Stellung zu den Windungen des Multiplicators als der anfängliche und es kann dadurch derselbe scheinbar überwiegen. Diefs wurde mehrfach beobachtet, wenn Calorimotoren mit recht trocknen Platten angewendet wurden, nachdem mit bereits feuchten Ketten die kleine Zuckung erhalten worden war. Auf diese Weise erklärt sich dann auch, warum man bei starken Strömen durch mehr Dräthe dem massiven Cylinder das Gleichgewicht hält, als bei schwächern ([1]).

13. Ist die Beobachtungsmethode vermittelst einander compensirender Spiralen daher vorzugsweise geeignet auf Unterschiede zweier Ströme, wie die angeregten, aufmerksam zu machen, so sieht man doch, dafs die oben gegebenen, senkrecht untereinander stehenden Zahlen nur unter Voraussetzung einer constant wirkenden Kette eine wirkliche numerische Relation darstellen. Die mir damals zu Gebote stehenden Ketten genügten dieser Bedingung nicht. Auch bleibt bei der häufigen Anwendung loser Dräthe die Isolation der eisernen Dräthe nicht zu allen Zeiten dieselbe, da der Schellackfirnifs von einzelnen Stellen sich abscheuert. Ich habe daher die galvanometrische Reihenfolge der angewendeten Metalle mit einer andern gut gefirnifsten Drathsorte von 0.70 Linien Dicke zu ermitteln gesucht und mich dabei einer Bunsenschen Zinkkohlenkette zur Hervorbringung des magnetisirenden Stromes bedient. In die Röhren konnten 170 Dräthe die-

---

([1]) Das hier Gesagte gilt natürlich nur, wenn ein von einem elektromagnetisirten Drathbündel, inducirter Strom einem von einer massiven Eisenstange inducirten entgegenwirkt, nicht aber, wenn zwei massive Eisenstangen einander entgegenwirken. Hat man für diese einmal bei schwachen Ketten die Compensation erreicht, so bleibt diese auch bei stärkeren bestehen.

ser Dicke gelegt werden, welche aber von dem Cylinder von weichem Eisen, von Flintenläufen und von aufgeschnittenen Röhren von Eisenblech überboten wurden, während eine vernietete Röhre von doppeltem Eisenblech dadurch eben im Gleichgewicht gehalten wurde. Der Grund des Überwiegens der aufgeschnittenen Röhre über die vernietete mag darin zu suchen sein, dafs jene federnd einen gröfsern äufsern Umfang hatte als diese. Bei dieser Versuchsweise wurde folgende Reihenfolge erhalten:

Substanzen	Erforderliche Drathmenge von 0‴70 Dicke für galvanometrische Compensation
Cylinder von weichem Eisen	170 + x
Flintenlauf	170 + $x_{,}$
aufgeschnittene Röhre von doppeltem Eisenblech	170 + $x_{,,}$
vernietete - - - -	170
Cylinder von weichem Stahl	150
- - grauem Roheisen aus d. Tigelofen .	140
- - - - - - Cupoloofen mit warmen Wind	86
Cylinder von weifsem Roheisen Tigelgufs Röhre von Eisenblech	84
Cylinder von weifsem Roheisen aus dem Cupoloofen mit kaltem Wind	83
Cylinder von hartem Stahl . . . . - - grauem Roheisen aus dem Cupoloofen mit kaltem Wind	67
quadratische Nickelstange (4‴75 Seite)	10
Röhre von Nickel . . . . Säule von Eisenscheiben durch Papier getrennt	4
- - Stahlscheiben - - -	2
- - Weifsblechscheiben d. Papier getrennt Röhre von Neusilber . . . . Cylinder von feinen eisernen Bohrspänen	1

14. Die galvanometrische Reihenfolge der verschiedenen Eisensorten habe ich auf eine directere Weise untersucht, indem ich jedem

der eisernen Cylinder in der einen Spirale die übrigen 8 andern der Reihe nach in der andern Spirale entgegenwirken liefs, und aus dem Sinne der Ablenkung der Galvanometernadel bestimmte, welcher Cylinder stärker wirkte. Es ergab sich dabei für Eisensorten folgende Reihenfolge ([1]) mit einigen Abweichungen in den einzelnen Versuchsreihen:

weiches Eisen
graues Eisen aus dem Tigelofen
weicher Stahl
graues Eisen aus dem Cupoloofen mit warmen Wind geblasen
weifses Eisen Tigelgufs
graues Eisen aus dem Cupoloofen mit kaltem Wind geblasen
weifses Eisen aus dem Cupoloofen mit kaltem Wind geblasen
harter Stahl.

16. Für das Gefühl ist die Bestimmung der wahren Anzahl der Dräthe, welche einem Cylinder das Gleichgewicht halten, aus einem andern Grunde schwierig. Bei jeder Stärke der Kette bleibt sie kleiner als die zur Compensation am Galvanometer erforderliche, wo man aber bei schwächeren Strömen den Überschufs des einen über den andern nicht mehr als Schlag empfindet, ist dies bei stärkeren der Fall. Auch bleibt die letzte Empfindung lange in scheinbar unveränderter Stärke, so dafs das Herausnehmen der Dräthe darin keinen zu bemerkenden Unterschied hervorbringt.

17. Ich habe daher die physiologische Reihenfolge der massiven Stangen auch auf eine andere Weise zu ermitteln gesucht. Erhält man nämlich von zwei einander entgegenwirkenden Cylindern einen Schlag, als Überschufs eines Stromes über den andern, so braucht man nur, um zu ermitteln, von welcher Stange dieser Schlag ausging, die eine derselben aus

([1]) Es braucht wohl kaum bevorwortet zu werden, dafs die Aufstellung solcher Reihenfolgen nur den Zweck hat darauf aufmerksam zu machen, dafs geringe Änderungen in der Beschaffenheit des Gufseisens und Stahls die inducirenden Wirkungen des Eisens wesentlich verändern, nicht aber den Zweck, durch den Namen einer Substanz die Stelle entschieden zu bezeichnen, welche sie in der Reihenfolge einnimmt. Nur wenn identische Substanzen mit denselben Namen bezeichnet werden könnten, würde eine solche Reihenfolge eine absolute Gültigkeit haben.

der sie magnetisirenden Spirale herauszuziehen, und während dieses Herausziehens vermittelst eines gedrehten gezähnten Rades oder eines Blitzrades die Kette continuirlich zu öffnen und zu schliefsen. Geschieht das Herausziehen an der schwächern Stange, so werden die Erschütterungen fortwährend stärker, geschieht es hingegen an der stärker wirkenden, so werden sie schwächer bis zu einer bestimmten Weite des Herausziehens, wo sie vollkommen verschwinden. Wird diese Grenze überschritten, so erhält man allmählig steigende Erschütterungen des entgegengesetzten Stromes, wobei das Maafs des Herausziehens ein quantitatives Bestimmungselement der beiden einander entgegenwirkenden Ströme abgiebt. Graues Eisen aus dem Tigelofen zeigte sich weit überwiegend dem weichen und dem harten Stahl. Das sehr harte weifse Eisen aus dem Cupoloofen mit kaltem Wind geblasen verhält sich nahe wie weicher Stahl, übertraf aber sehr merklich den harten. Der Unterschied zwischen Schmiedeeisen und Gufseisen war unbedeutender als der zwischen Schmiedeeisen und Stahl, und zwar war der erstere bei einigen Gufseisensorten so unbedeutend, dafs er durch Herausziehen ncht genau ermittelt werden konnte.

18. Aus diesen Versuchen und den mit Drathbündeln folgt, dafs die für das Galvanometer sich ergebende Reihenfolge der verglichenen Eisensorten eine andere ist als die auf physiologischem Wege erhaltene.

Die physiologische Wirkung hängt daher einerseits von der mechanischen Discontinuität der Masse, anderntheils von der Beschaffenheit des Eisens ab. Daraus folgt, dafs Dräthe von weichem Eisen von anderem Durchmesser einen Cylinder von einer bestimmten Eisensorte zugleich in Beziehung auf die Magnetnadel und auf das Gefühl compensiren können. Diefs fand sich z. B. bei zwölf Dräthen von 2.67 Linien Durchmesser und dem Cylinder von grauem Eisen aus dem Tigelofen. Der Einflufs der individuellen Beschaffenheit der Eisensorte geht auch daraus hervor, dafs der bei dem Schliefsen der Kette durch Polarisiren des Cylinders erfolgende Inductionsschlag sich von dem bei Depolarisation des Cylinders erfolgenden Öffnungsschlage nicht unterscheidet, wenn der Cylinder von gehärtetem Stahl, dafs dieser Unterschied bei weichem Eisen schon merklich ist, bei gufseisernen Cylindern und Drathbündeln aber sehr bedeutend wird, wo der Öffnungsschlag stärker als der bei dem Schliefsen der Kette erfolgende. Dafs dieser Unterschied aber mehr von der Natur

des Eisens als seiner mechanischen Discontinuität abhängt, folgt daraus, dafs er gröfser bei 11 weichen Eisendräthen als bei 15 harten Stahldräthen war, die, einander entgegenwirkend, ihre physiologische Wirkung gegenseitig aufhoben.

19. Aus allen bisherigen Versuchen geht aufserdem hervor, dafs das graue Roheisen sich in seinen inducirenden Wirkungen am meisten an Drathbündel anschliefst, da seine physiologische Wirkung verhältnifsmäfsig gröfser ist als nach der am Galvanometer ermittelten Intensität des Stromes zu erwarten wäre. Nach seinen inducirenden Wirkungen hätte man daher das graue Roheisen als eine Substanz anzusehen, in welcher das magnetisirbare Eisen kein zusammenhängendes Continuum bildet, ein Resultat, welches mit den chemischen Untersuchungen des Hrn. Karsten übereinstimmt.

Einflufs der Umkehrung der magnetischen Polarität auf den inducirten Strom.

20. Bei den bisherigen Erscheinungen ist ein wesentlicher Umstand noch nicht zur Sprache gekommen, ohne dessen Berücksichtigung es unmöglich sein würde, verschiedene Eisensorten mit einander zu vergleichen, ich meine den Einflufs der Umkehrung der magnetischen Polarität auf den inducirten Strom. Da nämlich Schmiedeeisen, Stahl, Nickel und Gufseisen immer einen geringen oder grofsen Theil des in ihnen momentan erregten Magnetismus behalten, so wird bei fortgesetztem Elektromagnetisiren es darauf ankommen, auf welche Weise die bereits magnetische Metallstange in der sie magnetisirenden Spirale liegt, ob nämlich so, dafs das erneuerte Magnetisiren in dem Sinne des bereits vorhandenen Magnetismus erfolgt, oder in entgegengesetztem Sinne. Welchen Einflufs diefs auf die Inductionserscheinungen äufsert, wurde dadurch ermittelt, dafs, nachdem das Gleichgewicht zweier Cylinder am Galvanometer erhalten worden war, dem einen in seiner Spirale eine umgekehrte Lage gegeben wurde, so dafs die von neuem geschlossene Kette ihn nun umgekehrt magnetisirte. Die dadurch erfolgende Störung des Gleichgewichts ergab stets, dafs durch die Umkehrung der inducirte Strom verstärkt wurde. Vorheriges Magnetisiren durch Streichen giebt ganz analoge Resultate als Elektromagnetisiren. Wendet man Hufeisen an, welche mit dem einen ihrer Schenkel in

die Spiralen bis zum Indifferenzpunkt eintauchen, so verwandeln sie sich dabei in dreipolige Magnete. Da nun ein elektrischer Strom von hinlänglicher Intensität, wenn er in entgegengesetztem Sinne auf eine Eisenstange magnetisirend wirkt, die nachhaltige Polarität des früheren Magnetisirens sogleich zu Null reducirt, und nun das ihm zukommende Maximum der Polarisirung erzeugt, so läfst sich die angeführte Thatsache auf den Satz zurückführen, dafs die stärkste inducirende Wirkung dem Metalle zukommt, in welchem die gröfste Veränderung seines magnetischen Verhaltens vorgeht ([1]). Die Aussagen der Magnetnadel gehen hierbei denen des Gefühls parallel, bei den härteren Gufseisensorten ist nämlich die Wirkung der Umkehrung so stark, dafs von zwei einander das Gleichgewicht haltenden Cylindern man bei Umkehrung des einen eine Erschütterung erhält. Wie nothwendig die Berücksichtigung dieser in der Umkehrung der Lage liegenden Verstärkung sei, davon einige Beispiele:

21. Bei gleichbleibender Erregung ist die inducirende Wirkung des weichen Eisens stärker als die des weichen Stahls, diese wieder bedeutender als die des gehärteten. Stehen diese letztern in ihrer Wirkung nicht weit auseinander, so erhält man, wenn in der einen Spirale des Differentialinductors der Cylinder von weichem Stahl, in der andern in umgekehrter Lage der gehärtete liegt, die sonderbare Erscheinung einer bei dem Schliefsen der Kette in demselben Sinne als bei dem Öffnen derselben stattfindenden Ablenkung der Galvanometernadel. Durch die Umkehrung der Polarität des gehärteten Stahls bei dem Schliefsen wird nämlich der von ihm erregte Strom stärker, als der durch das in gleichem Sinne als vorher stattfindende Magnetisiren des weichen Stahls erregte. Bei dem Öffnen der Kette verliert aber der weiche Stahlcylinder mehr von dem erhaltenen Magnetismus als der gehärtete, und daher wirkt er nun stärker inducirend. Da aber die Richtung des bei dem Öffnen der Kette durch den verschwindenden Magnetismus inducirten Stromes entgegengesetzt ist der Richtung des Stromes, welcher durch den bei dem Schliefsen der Kette entstehenden Magnetismus inducirt wird, so geht in beiden Fällen der Strom in gleicher Richtung durch die mit einander verbundenen Inductionsspiralen.

([1]) Für die Construction magnetoelektrischer Maschinen folgt daraus unmittelbar, dafs in dem Alterniren der Ströme ein eigenthümliches Verstärkungsprincip derselben liegt.

Ganz ähnliche Verhältnisse zeigten sich am Gufseisen, nur mit dem Unterschiede, dafs mitunter ein wiederholtes Öffnen und Schliefsen der Kette erfordert wird, um diefs Phänomen hervorzubringen, welches bei dem gehärteten Stahl schon bei kurzdauerndem einmaligen Schliefsen eintritt, woraus hervorzugehen scheint, dafs besonders weifses Gufseisen stärker einer Umkehrung der Polarität widersteht als Stahl.

22. Die früher angegebene Reihe würde daher ganz anders ausfallen, wenn auf dieses Verstärkungsprincip keine Rücksicht genommen worden wäre. Während nämlich bei unveränderter Polarität alle Gufseisensorten schwächer als Schmiedeeisen wirken, tritt bei der Umkehrung graues und weifses Gufseisen aus dem Cupoloofen mit kaltem Wind geblasen, darüber, während weifses Eisen, Tigelgufs, ungefähr sich gleich verhält, hingegen graues Eisen aus dem Tigelofen und aus dem Cupoloofen mit warmen Wind geblasen hinter ihnen zurückbleiben. So tritt weicher und harter Stahl bei Umkehrung der Polarität über alle Gufseisensorten, wird hingegen die Polarität dieser umgekehrt, so wirken sie stärker als weicher und harter Stahl. Eben so ist bei Umkehrung der einzelnen Gufseisensorten, wenn sie unter einander verglichen werden, stets die stärkere Wirkung im Sinne des Gufseiseisens, dessen Polarität verändert wurde. Ähnliche Verhältnisse zeigen Drathbündel.

23. Die eben angeführten Versuche scheinen mir zugleich eine Erscheinung zu erklären, welche man mehrfach zu Gunsten der Ansicht aufgestellt hat, dafs eine Verzögerung des Stromes die physiologische Wirkung desselben steigert. Die Erscheinung ist die, dafs der Schlag stärker wird, wenn man durch Schleifen des Drathes die Kette entladet, als wenn diefs durch senkrechte Trennung geschieht. Ich finde, dafs der Schlag der Inductionsspirale stärker wird, wenn das Öffnen der Kette schnell dem Schliefsen folgt, und erkläre mir die Erscheinung dadurch, dafs der erste Strom, welcher durch das Schliefsen erzeugt wird, noch nicht vollkommen verschwunden ist, wenn der zweite beginnt, da das Erzeugen und Verschwinden des Magnetismus im Eisen eine Zeit erfordert. Hier findet also der zweite Strom einen Leiter vor, der von einem entgegengesetzten Strom durchlaufen wird, und wahrscheinlich geschieht diese Veränderung schneller, als wenn der Leiter vorher von keinem Strome durchflossen wird, da das Bestreben des Leiters, in seinen natürlichen unelektrischen Zustand zurückzu-

kehren, zusammentrifft mit der Wirkung des zweiten entgegengesetzten Stromes. Schleifen heifst aber nichts anderes als mehrfach schnell wiederholtes Öffnen und Schliefsen, wie man deutlich im Dunkeln sieht, daher die gesteigerte physiologische Wirkung.

2. Vergleichung der Wirkung des Stromes Stahl zu magnetisiren mit der weiches Eisen zu magnetisiren.

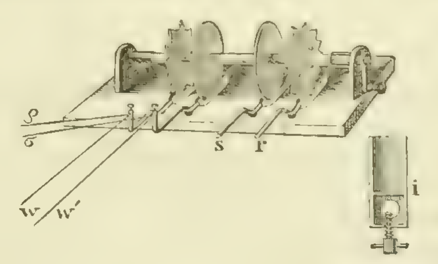
24. Hundert Fufs mit Seide besponnenen, gut gefirnifsten Drathes umgaben in 200 Windungen einen Holzrahmen, in welchem senkrecht auf den magnetischen Meridian, dem die Drathwindungen parallel waren, die zu magnetisirenden Nadeln (sogenannte Stopfnadeln) gelegt wurden. Die freien Enden der kreuzweise verbundenen Inductionsspiralen wurden vermittelst Quecksilbergefäfsen mit den Drathenden des Rahmens verbunden, und zwar so, dafs bei dem Schliefsen der galvanischen Kette diese Verbindung nicht stattfand, wohl aber bei dem wiederholten Öffnen derselben. Das Magnetisiren geschah daher stets in derselben Weise, nicht abwechselnd in entgegengesetztem Sinne. Der überwiegende Einflufs der Drathbündel war so bedeutend, dafs selbst bei 70 eine Linie dicken Dräthen in der einen Spirale und dem Cylinder von weichem Eisen in der andern, das Magnetisiren des Stahls im Sinne des von dem Drathbündel erregten Stromes geschah, obgleich 110 Dräthe seine Wirkung am Galvanometer noch nicht aufhoben. Wurden die Inductionsspiralen in gleichem Sinne verbunden und befanden sich Drathbündel in beiden, so gelang es, die Polarität einer gut gehärteten Galvanometernadel umzukehren. Überhaupt bemerkt man bei den Versuchen mit solchen Strömen, wie bei galvanometrischen Messungen der Maschinenelektricität, an einer vorher astatischen Nadel, grofse Veränderungen der Schwingungsdauer.

25. Es wurde nun ein mit Drath umwickeltes Hufeisen von weichem Eisen mit den Inductionsspiralen verbunden. Sowohl der von dem massiven Cylinder als der von dem Drathbündel erregte Strom magnetisirte es in der Weise, dafs darauf gestreute Eisenfeile sich aufrichteten und eine in der Nähe gestellte Magnetnadel stark abgelenkt wurde. Bei entgegenwirkenden Strömen, von denen der eine durch den Cylinder von weichem Eisen, der andere durch 100 Dräthe hervorgebracht wurde, geschah, wenn die Magnetisirungsspirale mit der Stahlnadel und das umwickelte Hufeisen

von weichem Eisen sich gleichzeitig in dem geschlossenen Kreise des inducirten Stromes befanden, das Magnetisiren des weichen Hufeisens im Sinne des ersten Stromes, während das Magnetisiren der Stahlnadel in entgegengesetztem Sinne erfolgte, d. h. durch die Dräthe bestimmt wurde. Da nun das Elektromagnetisiren des weichen Eisens einen andauernden Strom erfordert, das Magnetisiren des Stahls auch bei den plötzlichsten Entladungen erfolgt, so kann dieser Versuch als ziemlich entscheidend für die aus allen übrigen Thatsachen bereits folgende Annahme angesehen werden, dafs in einem durch ein Drathbündel inducirten Strome eine bestimmte Electricitätsmenge in kürzerer Zeit sich bewegt, als wenn dieselbe durch einen massiven Cylinder in Bewegung versetzt wird.

3. Funken, Erwärmung und chemische Zersetzung.

26. Wird ein und derselbe Drath von zwei entgegengesetzt fliefsenden Strömen durchflossen, so wird, wenn beide einander vollkommen das Gleichgewicht halten, bei der Unterbrechung des Drathes kein Funken entstehen. Erscheint also, wenn ein massiver Cylinder einem Drathbündel entgegenwirkt, am Differentialinduktor ein Funken, so wird man durch Hinzufügen oder Herausnehmen von Dräthen diesen zum Verschwinden bringen können. Auf diesem Wege würde man aber geringe Differenzen schwerlich zu beobachten im Stande sein, da der Strom überhaupt schon eine bestimmte Intensität haben mufs um bei seiner Unterbrechung zu einem Funken Veranlassung zu geben. Ich habe daher mich eines andern Verfahrens bedient. Auf einer gemeinsamen Rotationsachse wurden drei Zackenräder angebracht, von denen in der folgenden Figur zwei abgebildet sind.



Neben jedem Zackenrade und zwar durch eine kupferne Hülse mit ihm verbunden befindet sich eine Scheibe, welche ununterbrochen in ein Quecksil-

bergefäfs eintaucht, während das Zackenrad sich aus seinem Quecksilbergefäfs abwechselnd heraushebt. Dadurch wird eine vorher bestandene metallische Schliefsung unterbrochen. Bekanntlich ist diese als Blitzrad oder Mutator jetzt häufig angewendete Vorrichtung schnell auf einanderfolgender Unterbrechungen in Deutschland schon vor 1804 erfunden worden und in Aldini's *Traité du Galvanisme* beschrieben I. p. 202 Taf. VI. fig. 2 u. 5. Da zwei solche alternirend mit einander verbundene Unterbrecher, dazu bestimmt, einen alternirenden Strom in einen gleichgerichteten zu verwandeln, Commutator genannt worden sind, so werde ich drei gleichgestellte Zackenräder, dazu bestimmt, zwei gleiche inducirte Ströme in vollkommen von einander getrennten Dräthen gleichzeitig zu unterbrechen, Disjunctor nennen. Sind alle drei durch Klemmschrauben um ihre gemeinsame Achse drehbare Zackenräder gleich gestellt, so wird das erste rs vermittelst des quer cylindrisch durchbohrten Quecksilbergefäfses i mit der galvanischen Kette verbunden, das zweite $\varrho\sigma$ mit der Inductionsspirale $\alpha\beta$, das dritte $\varrho_{\prime}\sigma_{\prime}$ mit der Inductionsspirale $\gamma\delta$ [1]. Man erhält also, wenn die Spiralen leer sind, zwei genau gleiche Ströme in vollkommen getrennten Dräthen, da ihre Compensation bei gegenseitiger Verbindung vorher ermittelt wurde. Auch werden sie gleichzeitig unterbrochen, da die Zacken sich gleichzeitig aus dem Quecksilber herausheben. Legt man nun verschiedene Eisenstangen oder Drathbündel in die getrennten Spiralen, so werden die vorher gleichen Unterbrechungsfunken verschieden. Dabei sieht man sehr deutlich, dafs ein am Galvanometer eine weiche Eisenstange vorher compensirendes Drathbündel nach der Trennung einen viel lebhafteren Funken erzeugt als die Eisenstange.

27. Auf ganz ähnliche Weise kann man die Erwärmung an zwei elektrischen Thermometern messen, durch welche man jede der getrennten

---

[1] Des oben angegebenen aus 3 Zackenrädern bestehenden Disjunctors kann man sich auch bedienen um zu ermitteln, welchen Einflufs es auf einen inducirten Strom hat, wenn er nach seiner Erzeugung noch einige Zeit in einem geschlossenen Drathe circulirt. Stellt man nämlich das zweite und dritte Rad etwas verschieden, so geschieht die Öffnung nicht gleichzeitig, und man kann an den getrennten Dräthen nun prüfen, von welchem man die physiologische oder eine andere Wirkung am stärksten erhält. Zur Prüfung der Intensität der Funken ist Quecksilber am besten, für andre Wirkungen aber Unterbrechung durch eingesetzte Glasstücken vorzuziehen. Dieser Apparat war von Hrn. Wagner sehr sorgfältig construirt worden.

Inductionsspiralen schliefst, eben so die chemische Zersetzung, wenn der Schlufs durch zwei Voltameter erfolgt. Es sind aber in dieser Beziehung keine Messungen angestellt worden, sondern nur ermittelt, dafs sowohl die Erwärmung als auch die chemische Zersetzung der leeren Spiralen vergröfsert wird durch Hineinlegen von eisernen Stangen und Drathbündeln.

4. Versuche mit eisernen Röhren.

28. Aus früher von mir angestellten Versuchen (*Bullet. de l'Acad. de St. Petersb.* 8, II. p. 20 und *Repert.* I. p. 276) hatte sich ergeben, dafs eine elektromagnetische Spirale, welche eine eiserne Röhre von den Dimensionen eines Flintenlaufes umgiebt, einen in derselben befindlichen Eisencylinder nicht zu magnetisiren vermag, und umgekehrt, dafs ein in dieser Röhre befindlicher beweglicher Magnet oder unbewegter Elektromagnet keine Inductionserscheinungen in einer sie umgebenden Spirale entwickelt ([1]). Es folgt daraus von selbst, dafs in dem Gebiete der hier beobachteten Erscheinungen Drathbündel, in einen Flintenlauf eingeschlossen, die Wirkung desselben nicht steigern können; denn durch ihre eiserne Umhüllung sind sie eben so geschützt gegen die magnetisirende Wirkung der die Kette schliefsenden Spirale, als ihre inducirende Wirkung selbst auf die Spirale von dünnem Drath gehemmt wird. Auch bemerkt schon Sturgeon, dafs Dräthe in einer Rolle von Eisenblech dessen Wirkung nicht verstärken. Hat hingegen die den Elektromagneten von der Inductionsspirale trennende eiserne Röhre dünne Wände bei bedeutendem Durchmesser, so sind die Erschütterungen, sowohl wenn derselbe geschlossen als der Länge nach aufge-

---

([1]) Analoge Erscheinungen bieten hohle eiserne Röhren dar, welche einen geradlinigen Stahlmagneten umhüllen, und als Anker angesehen werden können, welche auf der ganzen Peripherie des Magneten die entgegengesetzten Pole desselben verbinden. Ein in einen hohlen Eisencylinder enganschliefsend hineingeschobener Stahlmagnet zeigt nämlich, wenn der Cylinder die Dimensionen eines Flintenlaufes oder noch dickere Wände hat, nach Aufsen fast gar keine Wirkung. In eine Spirale getaucht, inducirt er so gut wie keinen Strom, an Seide aufgehängt, wird jedes Ende desselben von beiden Polen eines zur Seite gehaltenen Magneten angezogen, er rotirt nicht unter dem Einflufs einer rotirenden Kupferscheibe, ist also viel mehr neutralisirt als ein Hufeisen durch einen geradlinigen Anker, welches unter diesen Bedingungen wenn auch schwach rotirt.

schnitten ist, sehr merklich [1]. Auch läfst ein massiver Elektromagnet, dessen eine Hälfte von einem geschlossenen Flintenlauf, die andere von einem der Länge nach aufgeschnittenen umgeben ist, zwei einander vorher am Galvanometer neutralisirende Spiralen nahe im Gleichgewicht, wenn die eine den geschlossenen, die andere den aufgeschnittenen Flintenlauf umgiebt, woraus folgt, dafs die Ungetrenntheit der Röhren hierbei keine wesentliche Bedingung ist. Für Drathbündel aber ergeben sich folgende Erscheinungen:

29. Hält eine geschlossene eiserne Röhre in ihrer inducirenden Wirkung am Galvanometer einer der Länge nach aufgeschnittenen das Gleichgewicht, so bleibt dieses Gleichgewicht nahe bestehen, wenn man in die eine oder die andere eine beliebige Anzahl Dräthe legt, d. h. bei Drathbündeln, welche in geschlossenen oder der Länge nach aufgeschnittenen eisernen Röhren enthalten sind, geht die am Galvanometer gemessene inducirende Wirkung fast nur von der eisernen Hülle aus. Ganz anders verhält es sich in Beziehung auf die physiologische Wirkung. Hier wird die Wirkung der in der Röhre enthaltenen Dräthe fast vernichtet, wenn die umschliefsende Röhre geschlossen, nicht aber wenn sie aufgeschnitten ist.

30. Diese für hohle Cylinder von der Stärke eines Flintenlaufes gefundenen Resultate modificiren sich bei den aus Eisenblech verfertigten Röhren. In Beziehung auf das Galvanometer wirken die Dräthe durch sie stärker hindurch, so dafs also ein Hineinlegen von Dräthen in die eine Röhre den galvanometrischen Effect derselben steigert. Wurden die beiden vernieteten Röhren in einander geschoben und eben so die aufgeschnittenen und zwar die letzteren in der Weise, dafs die Schnitte auf einander fielen, so zeigte sich die Wirkung der hineingelegten Dräthe geringer als in einer geschlossenen oder aufgeschnittenen Röhre von einfachem Eisenblech.

---

[1] Auf den einen Schenkel eines Elektromagneten von 28 Zoll Länge umwickelt mit 65 Windungen eines $2\frac{1}{2}$ Linie dicken Kupferdrathes wurde eine 4 Zoll 2 Linien weite Rolle eines 500′ langen und $\frac{1}{2}$ Linie dicken Drathes geschoben und die Erschütterungen des inducirten Stromes dieser Rolle geprüft, wenn die Verbindung des Elektromagneten mit der galvanischen Kette unterbrochen wurde. Sie blieb fast eben so kräftig, wenn ein 35 Linien weiter Eisencylinder von dünnem Eisenblech zuerst vernietet, dann der Länge nach aufgeschnitten zwischen dem Elektromagneten und der Inductionsspirale eingeschaltet wurde.

Je stärker daher die eiserne Hülle ist, desto mehr beschränkt sich die am Galvanometer gemessene Wirkung auf dieselbe, und eine mechanische Trennung durch Aufschneiden der Röhre hat einen unbedeutenden Einflufs. Für die physiologische Wirkung bewirkt aber das Aufschneiden der Röhren auch bei dünnen Wänden eine, wenn auch schwache, Steigerung. Die physiologische Wirkung der Dräthe endlich ist in einer Röhre von Eisenblech verhältnifsmäfsig gering, aber bedeutender, wenn sie aufgeschnitten wird, als wenn sie geschlossen ist. Hat man nämlich zwischen einer aufgeschnittenen und einer unaufgeschnittenen auf irgend eine Weise physiologisches Gleichgewicht hervorgebracht, so bleibt diefs nicht bestehen, wenn in beide Röhren gleich wirkende Drathbündel eingeschoben werden, und zwar geht der Schlag von der aufgeschnittenen Röhre aus.

5. Versuch mit geschlossenen und ungeschlossenen die Drathbündel umgebenden leitenden Hüllen.

31. Von zwei einander das Gleichgewicht haltenden Drathbündeln wurde das eine ohne Hülle in die Holzröhre der magnetisirenden Spirale gelegt, das andere eingeschlossen in eine Pappröhre, welche mit einer Spirale von mehr als 200 Windungen eines mit Seide besponnenen Kupferdrathes umwickelt war, so dafs die Windungen die ganze Länge des Drathbündels einschlossen. Die aus der Holzröhre ragenden Enden dieser Spiralen, welche, zum Unterschiede der mit der galvanischen Kette verbundenen magnetisirenden und der diesen aufgeschobenen, durch das Galvanometer oder den menschlichen Körper geschlossenen Inductionsspiralen, die einhüllenden heifsen mögen, konnten äufserlich durch eine Drathklemme verbunden werden, oder zur Nachweisung des in ihnen erregten secundären Stromes mit einem Galvanometer. Solcher Pappröhren waren vier, die Spirale der einen rechts, die der andern links, die der dritten halb rechts, halb links, die der vierten aus zusammengelegtem Drath gewickelt, welche daher aus zwei gleich gewundenen Spiralen bestehend angesehen werden kann, welche unsymmetrisch verbunden sind. Die beiden letzten Spiralen zeigten sich sowohl mit verbundenen als mit unverbundenen Enden unwirksam, nicht aber die beiden ersten, woraus unmittelbar folgt, dafs die von denselben geäufserte Wirkung einem elek-

trischen Strome zugeschrieben werden mufs, der in den beiden letzten in zwei sich einander aufhebende Hälften zerfiel. Denkt man sich die Wirkung des eisernen Drathbündels durch die eines elektrodynamischen Solenoids ersetzt, so sieht man leicht, dafs die Windungen desselben den engen Windungen der einhüllenden Spirale nahe parallel bleiben, ob diese in gleichem oder entgegengesetztem Sinne gewickelt ist. Es mufs demnach für eine gegebene Polarität des Drathbündels der Sinn der Windungen der einhüllenden Spirale, wenn sie nur dieselben in der ganzen Länge der Spirale bleiben, gleichgültig sein, wie auch die Versuche zeigten. Die Ergebnisse derselben waren folgende:

32. Liegt von zwei einander, wenn sie beide frei liegen, das Gleichgewicht haltenden Drathbündeln das eine in einer einfach gewickelten einhüllenden Spirale mit verbundenen Enden, so unterscheidet sich die galvanometrische Wirkung desselben von der des freiliegenden ganz auf dieselbe Weise, als die eines massiven Cylinders von der eines Drathbündels. Während nämlich das galvanometrische Gleichgewicht nahe fortbesteht, treten jene charakteristischen Zuckungen der Nadel ein, welche früher bereits erwähnt worden und zwar geschieht dieser anfängliche Stofs im Sinne des freiliegenden Drathbündels. Die einhüllende Spirale schwächt hingegen den physiologischen Effect aufserordentlich, so dafs man eine von dem freiliegenden Bündel ausgehende starke Erschütterung erhält. Eine das Drathbündel umgebende geschlossene Messingröhre verhält sich analog einer Drathspirale mit verbundenen Enden, eine der Länge nach aufgeschnittene ist hingegen nur etwas wirksamer als eine Spirale mit unverbundenen Enden. Auch bei solchen Röhren kann der elektrische Strom, welcher sich bilden will, durch ein Galvanometer nachgewiesen werden, wenn man die aufgeschnittenen Ränder durch dasselbe schliefst.

33. Den physiologischen Wirkungen parallel geht die Eigenschaft des Stromes den harten Stahl zu magnetisiren. Während nämlich 70 offen liegende Dräthe, dem massiven Eisencylinder entgegenwirkend, die Stahlnadel im Sinne des durch sie erzeugten Stromes magnetisirten, geschah die magnetische Erregung im Sinne des von dem massiven Cylinder bedingten Stromes, wenn diese Dräthe in dem geschlossenen Messingrohre sich befanden. Auch die aufgeschlitzte Röhre gab eine

Schwächung der den Stahl magnetisirenden Wirkung des Stromes, wahrscheinlich weil, wenn sie mit Dräthen gefüllt ist, die die Spalte wenigstens theilweise schliefsen, sich peripherische Ströme, wenn auch unvollkommner entwickeln. Vertauscht man nämlich die Kupferspiralen mit Spiralen von dünnem Neusilberdrath und die Messingröhre mit einer von Neusilber, so nimmt die verzögernde Wirkung der Hülle ebenfalls ab. Wirken jene Drathbündel einander entgegen, eins in einer geschlossenen, das andre in einer offenen Röhre, so überwiegt auch bei dem Magnetisiren des Stahls die offene Röhre über die geschlossene.

6. Versuche mit eisernen Scheibensäulen und mit Cylindern von Eisenfeilspänen.

34. So wie die Trennung eines Eisencylinders durch Längenschnitte parallel der Achse die Bildung peripherischer elektrischer Ströme verhindert, ohne dem Hervortreten magnetischer Polarität Eintrag zu thun, so wird umgekehrt durch Querschnitte senkrecht auf die Achse die magnetische Polarität kräftig sich zu entwickeln verhindert, der Bildung peripherischer elektrischer Ströme hingegen kein Eintrag gethan. Eine aus eisernen, durch zwischen gelegte Papierscheiben getrennten Scheiben, aufgeschichtete Säule, kann also wegen ihrer geringen magnetischen Polarität nur eine geringe Wirkung auf das Galvanometer äufsern, wegen der Leichtigkeit, mit welcher sich in ihr elektrische Ströme entwickeln, nur eine geringe physiologische, wie es auch die Versuche zeigten. Bei einer Säule aus Eisenfeilspähnen wird zugleich wegen der Längentrennung die Bildung der elektrischen Ströme verhindert, sie wird also, obgleich schwach, doch verhältnifsmäfsig stärker physiologisch wirken als eine Scheibensäule. Diefs bestätigten die in der früheren Reihe (13) angeführten Versuche.

35. Aus der Gesamtheit aller bisher erwähnten Versuche geht hervor, dafs die ein Drathbündel umgebende metallische Hülle (oder wie es bei einem massiven eisernen Cylinder der Fall ist, die die einzelnen Dräthe zu einem metallischen Ganzen verbindende leitende metallische Oberfläche) nicht den von ihm inducirten Strom schwächt, sondern denselben verzögert, d.h. die Abgleichung der durch das Verschwinden des Magnetismus in dem umhüllenden Drath in Bewegung gesetzten Elektricitätsmenge auf einen gröfseren Zeitraum vertheilt, ohne diese Menge selbst zu vermindern. Diese

Verzögerung ist daher ohne Einfluſs auf die Magnetnadel, welche die Effecte des Stromes addirt, wobei es gleichgültig ist, wie lange dieses Summiren dauert. Das Entfernen der metallischen Hülle oder die Vervielfältigung der Unterbrechung des metallischen Zusammenhanges ist der Beschleunigung der Bewegung eines auf einen Magnet aufgeschobenen Inductors zu vergleichen, welche seine physiologische Wirkung steigert, ohne seinen galvanometrischen Effect zu vermehren.

7. Schlag und Funken bei dem Öffnen der Kette durch Spiralen und Elektromagneten.

Wenn die aus der gleichzeitigen Berücksichtigung des galvanometrischen und physiologischen Effectes gefolgerte Ansicht, daſs die Steigerung des letztern bei Auflösen einer massiven Eisenstange in ein Drathbündel nur einer Beschleunigung des Stromes zuzuschreiben sei, nicht einer Verstärkung der überhaupt in Bewegung gesetzten Elektricitätsmenge, auf Erscheinungen eines Gebietes übertragen werden soll, innerhalb dessen nur die physiologischen Wirkungen, nicht aber die galvanometrischen Wirkungen einer genauen Prüfung unterworfen werden können, so muſs, wenn dieses gerechtfertigt werden soll, ein vollständiger Parallelismus der physiologischen Erscheinungen in beiden Gebieten vorhanden sein. Nun sind aber die physiologischen Wirkungen des Gegenstromes (Extracurrent) bereits aus den Versuchen von Sturgeon ([1]) und Magnus ([2]) bekannt, und analog den bisher erörterten des Nebenstromes, denn ersterer hat gezeigt, daſs der Öffnungsschlag einer galvanischen Kette stärker ist, wenn in dem spiralförmigen Schlieſsungsdrath statt einer massiven Eisenstange ein eisernes Drathbündel eingeschlossen ist, letzterer hingegen, daſs die Intensität dieses Schlages wiederum vermindert wird, wenn das Bündel in einer geschlossenen leitenden Hülle eingeschlossen wird. Ich füge daher nur hier einige Versuche hinzu, welche zeigen, daſs die metallische Hülle nicht das Bündel von dem Schlieſsungsdrath zu trennen braucht, sondern daſs dieselben Erscheinungen sich zeigen, wenn diese Hülle den Drathelektromagneten äuſserlich umschlieſst, und daſs Spiralen eben so wirken als

---

([1]) *Annals of Electricity* I. p. 481.

([2]) Pogg. Ann. 48. p. 95.

Hüllen, wodurch die Zurückführung der hemmenden Ursache auf einen inducirten elektrischen Strom näher nachgewiesen wird.

36. Um Bündel von 25 bis 50 Eisendräthen wurden Spiralen umsponnenen Kupferdrathes gewickelt und durch den so gebildeten Elektromagneten und andre aus massivem Eisen gebildete eine galvanische Kette vermittelst Handhaben geschlossen. Bei dem Öffnen erfolgte ein glänzender sprühender Funke und eine lebhafte Erschütterung. Die aus dem Drathbündel gebildeten Elektromagnete wurden nun in eine unaufgeschnittene Messingröhre hineingeschoben. Die Erschütterungen waren nun fast vollkommen verschwunden, der Funke sehr schwach. Die der Länge nach aufgeschnittene Messingröhre liefs hingegen die Wirkung der Elektromagnete unverändert, der Funke behielt seinen starken Glanz, die Erschütterungen ihre vorige Stärke.

Dieselben Resultate wurden mit dem geschlossenen und unaufgeschnittenen Flintenlauf erhalten, wenn diese das elektromagnetisirte Drathbündel umgaben nur mit dem Unterschiede, dafs in dem geschlossenen Flintenlaufe eine sehr schwache Erschütterung bemerkt wurde. Dasselbe gilt von Eisenblechröhren. Auch in allen diesen Versuchen verhalten sich einhüllende Spiralen von Kupferdrath, welche die Spiralen umgeben, wie aufgeschnittene Messingröhren, wenn die Enden der Spirale frei sind, hingegen wie geschlossene, wenn ihre Enden unverbunden sind.

Obgleich nun der Parallelismus des Nebenstroms und Gegenstroms sich nicht weiter verfolgen läfst, so wird es doch erlaubt sein, ihn auch für die galvanometrische Prüfung anzunehmen, da, wie später (§. 55.) gezeigt werden wird, auch für den inducirten Strom der Kleistischen Flasche zwischen beiden Strömen vollkommne Übereinstimmung sich nachweisen läfst.

II. Ströme inducirt durch den verschwindenden Magnetismus elektromagnetisirter Eisenstangen und Drathbündel, wenn der dieselben magnetisirende Strom der einer Thermokette oder Thermosäule.

37. Verbindet man die Pole der oben (6) beschriebenen Thermosäule durch einen kräftigen Elektromagnet von $2\frac{1}{2}$ Linie dickem Drath, so

sieht man Öffnungsfunken wie bei der Verbindung vermittelst einer flachen Spirale von Kupferblech. Zugleich zeigt das Hufeisen sehr deutliche Anziehung des Ankers. Schliefst man mit feuchten Händen die in Handhaben ausgehenden Enden der dem Elektromagnet aufgeschobenen Inductionsspiralen, so erhält man bei dem Öffnen der Kette oder Säule einen Schlag. Der Schlag eines Drathbündels verschwindet, wenn es in einer geschlossenen Messingröhre liegt. Hingegen ist die galvanometrische Wirkung in beiden Fällen dieselbe. Die Erschütterung scheint auch hier intensiver, wenn das Öffnen der Säule schnell dem Schliefsen folgt.

38. Der Öffnungsschlag der Säule, mittelbar durch den aus einer flachen Spirale von Kupferblech bestehenden Schliefsungsdrath derselben ist deutlich, wenn die Entladung vermittelst Platinspatel durch die Zunge erfolgt, und wird durch Einführung von Drathbündeln sehr verstärkt. Diese letztere Verstärkung konnte nicht an den Erschütterungen einer Säule von kleinern Elementen von den Dimensionen einer Nobilischen Säule für Leitungswärme bemerkt werden.

Der durch den Schliefsungsdrath einer Thermosäule inducirte Strom verhält sich also genau so, als der durch den Schliefsungsdrath einer galvanischen Kette hervorgebrachte.

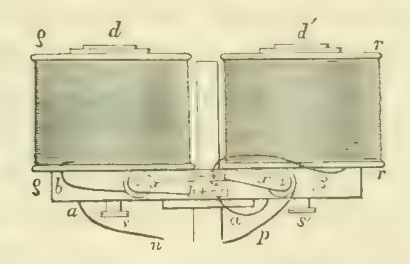
III. Ströme inducirt durch den verschwindenden Magnetismus electromagnetisirter Eisenstangen und Drathbündel, wenn der dieselben magnetisirende Strom entsteht

1. durch Annähern eines geschlossenen Kupferdrathes an einen Stahlmagneten.
2. durch Annähern von weichem Eisen an einen Stahlmagneten.
3. durch die Combination beider Erregungsarten bei der Saxtonschen Maschine.

39. Während ein ruhender Magnet nur auf die sogenannten magnetischen Metalle wirkt, indem er in ihnen magnetische Polarität durch Vertheilung erregt, erstreckt sich die Wirkung eines bewegten Magneten bekanntlich auf alle Metalle, er erzeugt darin elektrische Ströme. Statt einen Magnet mechanisch zu bewegen, kann aber auch in einer ruhenden Eisenstange durch Annähern und Entfernen eines Stahlmagneten Magnetis-

mus erzeugt und vernichtet werden. Soll die Wirkung kräftig sein, so mufs der Drath, in welchem der elektrische Strom erzeugt werden soll, in vielfachen Windungen die Eisenstange, welche magnetisirt wird, umgeben. Geschieht dieses Magnetisiren durch Annähern eines Magneten an die Eisenstange, so erhält man eine aus zwei Erregungen gemischte Wirkung, denn indem der Magnet sich dem Eisen nähert, nähert sich derselbe zugleich den dasselbe umgebenden Drathwindungen. Die Wirkung dieser Annäherung ist keinesweges eine zu vernachlässigende Gröfse, denn ich habe mit einer nach dem Principe der Saxtonschen Maschine construirten Maschine, deren Drathrollen aber kein Eisen enthielten, mit nassen Händen bei schneller Rotation des Ankers so starke Erschütterungen erhalten, dafs es schwer war wegen des entstehenden Krampfes die Hand zu öffnen. Aber es giebt ein Mittel die Wirkung der Annäherung des Drathes an den Magnet zu neutralisiren. Da nämlich eine Spirale dem Südpole eines Magneten genähert den entgegengesetzten Strom von dem erzeugt, welcher in einer gleichen Spirale inducirt wird, die sich einem Nordpole nähert, so braucht man nur den die Eisenstange umhüllenden Drath noch einmal zu einer ganz gleichen Spirale zu wickeln, und diese leere Spirale in gleicher Weise dem Südpole zu nähern, in welcher die den Eisenkern enthaltende sich dem Nordpole nähert. Die durch Annähern des Drathes an den Magnet erzeugten Ströme heben sich dann vollkommen auf und es bleibt nur auf den Drath die Wirkung des im Eisenkern erzeugten Magnetismus. Statt zwei gleich gewundene Spiralen den beiden Polen eines Magneten zu nähern, kann man auch eine links und eine rechts gewundene Spirale kreuzweise verbinden. Nach diesem Principe liefs ich folgenden Apparat construiren:

40. Die folgende Abbildung bezeichnet den rotirenden Anker einer im



Übrigen nach dem Princip der Saxtonschen von Hrn. Oertling construirten Maschine, der aus einer auf die Rotationsachse aufgesetzten Holzplatte besteht,

auf welcher zwei hohle Drathrollen fest aufgesetzt sind, jede von 400 Fufs Drathlänge bei $\frac{1}{3}$ Linie Drathdicke. In diese leeren Drathrollen *ϱϱ* und *rr* können massive Eisencylinder *d* oder Drathbündel *d'* von 13‴6 Durchmesser bei 22‴5 Höhe gesteckt, und durch eine Schraube *s* in die Querholzplatte des Ankers festgeschraubt werden. Um die beiden Drathrollen gleichartig und alternirend zu verbinden, müssen die Enden der beiden Rollen nicht unmittelbar mit der unterbrechenden Vorrichtung des Ankers verbunden werden sondern frei bleiben. Eine Verbindung dieser freien Enden durch Drathklemmen ist aber misslich, da bei nicht ganz festem Anklemmen und schnell rotirendem Anker diese Klemmen leicht abgeschleudert werden können. Ich habe daher am Anker eine Vorrichtung angebracht, die, da sie zum compensiren bestimmt ist, Compensator heifsen mag, und welche durch zwei bewegliche Zeiger *x*, *x*, erlaubt, beide Rollen gleichartig, beide alternirend zu verbinden und auch nur eine Rolle wirken zu lassen. Im ersten Falle stehen in der Zeichnung die Zeiger auf ++, im zweiten auf — —, und im dritten auf + —. Bei der Stellung der Zeiger ++ ist nämlich die Verbindung *pβaban*, bei der Stellung — — hingegen *paβban*, bei der Stellung + — endlich *pban*, wobei es gleichgültig ist, ob die Verbindung an dem oberen oder unteren Plättchen geschieht. + — und — + sind nämlich zwei unter einander befindliche Kupferplättchen, unter dem oberen ist *β*, unter dem unteren *α* eingeklemmt. Der Drehpunkt des Zeigers *x*, führt vermittelst *p* zu der einen Eisenwalze, auf welcher die unterbrechenden Federn schleifen [1], der Drehpunkt des Zeigers *x* vermittelst der ganzen Drathrolle *ba* durch *n* zu der andern.

Bei der Stellung des Compensators ++ und leeren Spiralen erhält man einen Strom, inducirt durch die Annäherung eines geschlossenen Leiters an einen Stahlmagneten. Bei der Stellung des Compensators — — und leeren Spiralen findet für physische, chemische und physiologische Prüfungen Stromgleichgewicht statt. Befindet sich hingegen in einer der Rollen dann ein massiver Eisencylinder, so erhält man einen Strom, inducirt durch die alleinige Wirkung der in dem Eisencylinder entstehenden magnetischen Polarität. Die Achse des Ankers mufs natürlich mit konischen Zapfen ohne

---

[1] Die nähere Beschreibung dieser in Figur 7 abgebildeten Walzen w_1 w_2 erfolgt unter §. 70.

Schlottern in konisch versenkten Löchern sich drehen, weil nun bei der Rotation die bewegten Massen nicht mehr symmetrisch in Beziehung auf die Rotationsachse vertheilt sind. Befindet sich hingegen bei der Stellung ++ des Compensators in jeder der beiden Rollen ein Eisencylinder, so erhält man einen Strom inducirt durch das Hervortreten magnetischer Polarität in diesen Eisencylindern und durch Annähern eines geschlossenen Kupferdrathes an einen Stahlmagneten, also die stärkste Wirkung. Da dieses Arrangement auf das einer Saxtonschen Maschine gewöhnlicher Construction hinauskommt, so habe ich mich bei diesen Versuchen der später §. 70 zu beschreibenden und (in Fig. 7) abgebildeten Maschine bedient, bei welcher die Querplatte ebenfalls von Eisen ist und bei welcher der Drath so verbunden werden kann, dafs beide Rollen nach Art einer Parallelschliefsung mit Anfang und Ende zusammenhängen.

Der auf diese dreifache Weise in den Drathrollen des Ankers erregte Strom durchlief nun die inneren Spiralen des dritten Differentialinductors, bei welchem die inneren und äufseren Spiralen jede eine Drathlänge von 400′ haben. Dieser Apparat war, wenn beide Inductionen combinirt sind, so empfindlich, dafs eine Röhre von dünnem Nickelblech noch eine deutliche positive Wirkung gab, auch konnte das negativ gestörte Gleichgewicht des Differentialinductors durch eine in eine der Spiralen gelegte Messingstange noch gespürt werden, wenn der Schlufs im Munde geschah. Die Versuche ergaben folgendes:

41. Ein offnes Drathbündel und eins in einer aufgeschnittenen Röhre halten einander physiologisch nahe das Gleichgewicht, wirkt hingegen das offene einem geschlossenen entgegen, so erhält man starke Schläge. Am Galvanometer hat ein massiver Eisencylinder noch über 140 dünne Eisendräthe das Übergewicht, während 36 ihm bereits physiologisch das Gleichgewicht hielten. Es wurde nun durch Herausziehen der einander entgegenwirkenden Stangen die physiologische Reihenfolge der nachfolgenden Substanzen ermittelt. Sie war mit der am stärksten wirkenden Substanz beginnend folgende:

offnes eisernes Drathbündel
dasselbe Bündel in aufgeschlitzter Röhre
offne Eisenblechröhre
geschlossene Eisenblechröhre

offner Flintenlauf
geschlossener Flintenlauf
weicher Eisencylinder
Cylinder von weifsem und grauem Roheisen
weicher Stahl
harter Stahl
Nickelröhre und quadratische Nickelstange
eisernes Drathbündel in geschlossener Messingröhre.

Diese Reihenfolge sowohl als die Gesammtheit der beobachteten Erscheinungen ist denen analog, welche erhalten wurden, wenn das Eisen vermittelst einer galvanischen Kette magnetisirt wurde.

42. Die beiden andern Erregungsarten des Stromes vermittelst eines leeren Drathankers und gleichartig verbundenen Drathrollen einerseits und mit compensirten Rollen, in deren einer sich eine Eisenstange befand, andrerseits, gaben analoge Resultate, nämlich eine Erschütterung, wenn ein offenes Drathbündel einem geschlossenen entgegenwirkt, welches es galvanometrisch compensirte.

Man erhält also übereinstimmende Resultate, wenn der primäre Strom:

1. der einer galvanischen Kette
2. der einer Thermosäule
3. der einer Saxtonschen Maschine
4. erregt durch Annähern eines geschlossenen Leiters an einen Magneten
5. erregt durch Magnetisiren des Eisens in einem umhüllenden Drathe vermittelst eines Stahlmagneten.

Wesentlich davon verschieden sind die Erscheinungen, wenn der primäre Strom der einer sich entladenden Kleistischen Flasche.

IV. Ströme inducirt durch Eisen, welches durch die Entladung einer elektrischen Batterie elektromagnetisirt wurde.

43. Entladet man die vermittelst einer selbstentladenden Flasche auf eine constante Ladung gebrachte Batterie [1] durch die innern Spiralen des

[1] Bei den Versuchen wurden verschiedene Batterien angewendet, theils von kleineren, theils von gröfseren Flaschen, auch wurde die Anzahl der Flaschen verändert, aber nicht

oben (§. 8 Fig. 3) beschriebenen Differentialinductors für Reibungselektricität, so erhält man von den gleichartig verbundenen Nebenspiralen den Schlag des mit dem primären Strom gleichgerichteten inducirten Stromes; welchen Henry ([1]) und Riess ([2]) unabhängig von einander nachgewiesen haben. Diese Erschütterung wird verändert, wenn in die vorher leeren Röhren metallische Substanzen gelegt werden. Ob eine solche Veränderung eine Verstärkung oder Schwächung sei, läfst sich bei geringen Unterschieden oft schwer beurtheilen, und es bedarf daher andrer Prüfungsmittel, um darüber sicher zu entscheiden. Bei kreuzweiser Verbindung der Nebenspiralen findet für alle hier anwendbaren Prüfungsmittel Stromgleichgewicht statt, welches durch Einführung eines Metalls in eine der compensirenden Spiralen sogleich aufgehoben wird. Der dann hervortretende Strom wirkt aber nicht ablenkend auf die Galvanometernadel, da auch bei der sorgfältigsten Isolirung der Windungen von einander durch Überfirnissen des mit Seide besponnenen, auf einen Glasrahmen gewickelten Drathes Funken zwischen den Windungen überspringen, er giebt, auf Jodkalium geprüft, keine chemische Zersetzung, und magnetisirt weiches Eisen nicht in der Weise, dafs eine daneben stehende Magnetnadel abgelenkt würde oder darauf gestreute Eisenfeile sich aufrichteten. Es bleibt also zur Ermittelung der Richtung des Stromes nur das von Hrn. Riess angegebene Verfahren mittelst Harzfiguren ([3]) und mittelst des Condensators übrig ([4]) und eine physiologische Prüfung (52), auf welche ich im Verlaufe der Versuche geführt wurde. Das Ergebnifs war folgendes:

1. Physiologische und elektroskopische Wirkungen des inducirten Stromes.

44. Die physiologische Wirkung des durch den Schliefsungsdrath der Batterie im Nebendrath inducirten Stromes wird geschwächt durch alle un-

---

in derselben Versuchsreihe. Die mit diesen verschiedenen Batterien erhaltenen Resultate waren übereinstimmend.

([1]) *Transact. of the American Philos. Society* Vol. VI. p. 17.

([2]) Pogg. Ann. 50. p. 1.

([3]) Pogg. Ann. 51. p. 353.

([4]) Diese und einige andre der folgenden Versuche habe ich in Gemeinschaft mit Hrn. Riess angestellt, der mir dabei die Benutzung seines Apparates gestattete. Die von Pa-

magnetischen Metalle, und zwar desto stärker, je besser leitend das Metall ist. Diese Schwächung ist daher bei Antimon, Wismuth und Blei viel unbedeutender als bei Kupfer und Messing. Bei vorher compensirten Spiralen erhält man daher eine desto stärkere Erschütterung, je besser leitend das in eine derselben hineingelegte Metall ist. Der am Condensator und durch Harzfiguren geprüfte Strom geht dabei von der leeren Spirale aus, die hervortretende Erschütterung ist also eine Folge des schwächenden Einflusses des eingeführten Metalls auf die Spirale, in der es liegt.

45. Legt man in eine der Schliefsungsspiralen, statt eines massiven metallischen Cylinders oder einer metallischen Röhre eine auf eine Pappröhre gewickelte Spirale von mit Seide übersponnenen Kupferdrath, so bleibt das Stromgleichgewicht in den Nebenspiralen bestehen, wenn ihre Enden unverbunden sind, wird hingegen aufgehoben bei verbundenen Enden. Eine aus einem einmal zusammengelegten Drathe gewickelte Spirale, welche als aus zwei gleichen, widersinnig verbundenen Spiralen bestehend angesehen werden kann, hebt auch bei verbundenen Enden das Stromgleichgewicht in den Nebenspiralen nicht auf, die Wirksamkeit der ersten Spirale entsteht also durch einen in derselben erzeugten elektrischen Strom, die Wirkungslosigkeit der zweiten dadurch, dafs zwei gleiche elektrische Ströme ihren hemmenden Einflufs gegenseitig neutralisiren.

46. Solche elektrische Ströme müssen auch in massiven Cylindern und geschlossenen Röhren entstehen; denn die Wirksamkeit der ersteren vermindert sich durch Trennen im Sinne der Längenrichtung, d. h. durch Verwandeln des Messingcylinders in ein Bündel gut isolirter Messingdräthe, die Wirksamkeit der letztern wird ebenso geschwächt durch einen Längenschnitt. Bündel von Messingdräthen wirken schwächer hemmend als eine geschlossene Röhre von viel geringerer Masse bei gleichem äufsern Umfang der Röhre und des Bündels. Ein einfaches Prüfungsmittel, ob ein in eine der Röhren gelegter Metallstab das physiologisch ermittelte Stromgleichgewicht der Nebenspiralen dadurch aufhebt, dafs er die Wirkung seiner Spirale schwächt, ist daher das Hineinlegen von Mes-

---

cinotti und Joule angegebenen Verfahrungsarten, vermittelst eines durchbohrten Kartenblattes und des überspringenden Funkens bei übergreifenden Drathenden sind erst später bekannt gemacht worden.

singdräthen in die andre leere Röhre, von denen eine gewisse Anzahl zuletzt das gestörte Stromgleichgewicht wieder herstellen mufs.

47. Schmiedeeisen, weicher und harter Stahl, weifses und graues Roheisen in Form massiver Cylinder und prismatischer Stangen, ferner in Form geschlossener Röhren, als Flintenläufe und vernietete Blechröhren schwächt ebenfalls die physiologische Wirkung des inducirten Stromes. Dasselbe gilt von Säulen aus Scheiben von Stahl, von Schmiedeeisen und von verzinntem Eisenblech, sowohl mit isolirenden als mit leitenden Zwischenscheiben. Der am Condensator und durch Harzfiguren für Schmiedeeisen und für Stahl geprüfte Strom ging von der leeren Spirale aus. Der schwächende Einflufs der verschiedenen Sorten von Schmiedeeisen, Stahl und Roheisen ist aber verschieden; denn bei zwei in den compensirten Spiralen einander entgegenwirkenden Cylindern von verschiedenen Eisensorten, erhält man an einem isolirten Froschpräparate stets Zuckungen.

48. Die physiologische Wirkung wird hingegen verstärkt durch der Länge nach aufgeschnittene Flintenläufe und besonders durch gut isolirte Drathbündel von Eisen. Ein in den Handgelenken fühlbarer Schlag der gleichartig verbundenen Nebenspiralen ging bei Einführung zweier solcher Drathbündel bis in die Hälfte des Oberarms, war hingegen bei Einführung zweier Cylinder von Schmiedeeisen so geschwächt, dafs er nur in den Vorderhänden bemerkt wurde. Der am Condensator und durch Harzfiguren geprüfte Strom ging bei compensirten Spiralen von der Spirale aus, in welcher das Drathbündel lag.

Hier zeigt sich also ein wesentlicher Unterschied in der inducirenden Wirkung des Eisens, je nachdem dasselbe durch den Strom einer galvanischen Kette oder den einer sich entladenden Leydner Flasche magnetisirt wird. Die inducirende Wirkung des spiralförmigen Schliefsungsdrathes einer galvanischen Kette auf einen Nebendrath wird nämlich stärker, wenn Eisen beliebiger Form in denselben hineingelegt wird, während der Schliefsungsdrath einer Kleistischen Flasche schwächer inducirend auf einen Nebendrath wirkt, wenn eine massive Eisenstange in ihn hineingelegt wird, als wenn er leer ist, hingegen stärker, wenn diefs Eisen in Form eines Drathbündels angewendet wird.

49. Ein von einer geschlossenen Messingröhre umgebenes Bündel isolirter Eisendräthe verhält sich hingegen wie ein massiver Eisencylinder, d. h. es schwächt den Schlag seiner Spirale und giebt einen von der leeren Spirale ausgehenden Strom. Dasselbe gilt, wenn es von einer stets in demselben Sinne gewickelten Spirale von Kupferdrath mit verbundenen Enden umgeben ist. Auch zeigt es eine freilich sehr geringe schwächende Wirkung, wenn diese Spirale schlecht leitend, nämlich von Neusilber ist, und es wäre nicht unmöglich, dafs bei einer gröfsern Drathmenge im Innern derselben und bei einer dünnern Drathspirale die Wirkung umgekehrt ausfiele. Eine aus einem zusammengelegten Kupferdrathe gewickelte Spirale mit verbundenen Enden hat auch hier keinen Einflufs, denn ein Drathbündel in eine solche eingehüllt, hält einem freiliegenden Drathbündel in der andern Röhre das Gleichgewicht.

50. Eine massive Nickelstange giebt bei compensirten Spiralen eine kaum merkbare physiologische Wirkung. Der von ihr erzeugte Strom geht, durch Harzfiguren und den Condensator geprüft, hingegen von der Spirale aus, in welcher sie liegt. Massiver Nickel verstärkt also die inducirende Wirkung, während massives Eisen sie schwächt. Auch hat die vorher vorhandene Polarität des Nickels darauf keinen Einflufs; denn die Richtung des Stromes bleibt dieselbe, wenn man der Nickelstange in ihrer Spirale die umgekehrte Lage giebt. Bei überfirnifsten Nickeldräthen ist daher eine noch bedeutendere Verstärkung zu erwarten.

51. Alle hier gefundenen Ergebnisse sind unabhängig von der relativen Lage der Schliefsungsspirale, der Nebenspirale und des Cylinders zu einander; denn sie wurden in gleicher Weise erhalten, wenn die Batterie durch die äufsern Spiralen entladen, die Induction hingegen an den innern Spiralen geprüft wurde.

52. Ob eine in einer der Röhren liegende Stange physiologisch verstärke, kann dadurch geprüft werden, dafs man durch Eisendräthe in der andern Röhre zuletzt das gestörte Gleichgewicht wieder herstellt, während, in dem Falle dafs die hineingelegte Stange schwächt, das gestörte Gleichgewicht nur durch hineingelegte Dräthe eines unmagnetischen Metalls, z. B. Messingdräthe wieder hergestellt werden kann. Zu solchen Prüfungen mufs man aber dünne Dräthe wählen; denn da ein einzelner Drath als Cylinder betrachtet werden kann, welcher demnach besonders bei einer gewissen Dicke

schwächt, so wird es für eine gegebene Dicke der Dräthe eine Anzahl geben, welche unwirksam ist. Eine solche unwirksame Verbindung von Dräthen wurde bei der stärksten Sorte für eine bestimmte Batterieladung wirklich nahe erhalten. Diese Anzahl mufs, wenn Dräthe zur Prüfung der Verstärkung einer andern Substanz gewählt werden, daher stets überschritten sein, ist also durch einen vorläufigen Versuch zu bestimmen.

2. Magnetisiren des Stahls durch den inducirten Strom.

Um Anomalien zu vermeiden, wurden dazu starke Nadeln gewählt, dabei blieb die Drathlänge stets unverändert, auch wurde der Batterie vermittelst einer selbstentladenden Flasche stets eine constante Ladung gegeben.

53. Hebt man bei compensirten Spiralen das Stromgleichgewicht durch Einschalten einer leitenden Substanz in die eine der Spiralen auf, so zeigt die Polarität einer durch den überwiegenden Strom magnetisirten Stahlnadel an, dafs der Strom von der leeren Spirale ausgeht, wenn die eingeführte Substanz ([1]) ein Blech von Iridium, Platin, Gold, Silber, ist, oder eine Stange von Kupfer, Messing, Zinn, Zink, Blei oder eine Legirung von 1 Kupfer und 1 Wismuth, von 3 Kupfer und 1 Wismuth, von 3 Kupfer und 1 Antimon, von 1 Zink und 1 Wismuth, von Kupfer, Zinn, Blei, Zink und Antimon, von Blei und Eisen, von Messing und Eisen, von Glockenmetall, endlich der Quere nach zusammengeschmolzene Streifen von Kupfer und Antimon, von Glokkengut und Antimon, von Antimon und Wismuth. Das Stromgleichgewicht blieb bestehen, wenn diese Stange von Antimon oder von Wismuth war oder eine Legirung von 1 Wismuth und 1 Antimon oder von 3 Wismuth und 1 Antimon. Hingegen zeigte die Polarität einen von der gefüllten Spirale ausgehenden Strom, wenn sie ein freiliegendes oder in einer geschlossenen Röhre enthaltenes Drathbündel, eine Säule aus Scheiben von Stahl, Eisen oder Weifsblech, ein massiver Cylinder von Schmiedeeisen, weichem oder hartem Stahl, weifsem und

---

([1]) Die Resultate, welche erhalten werden, wenn das in Form einer Stange als unmagnetisch wirkende Metall in Form eines isolirten Drathbündels in die magnetisirenden Spiralen gelegt wird, werden erst unter §. 62 zur Sprache kommen.

grauem Roheisen, endlich auch eine Stange oder Röhre von Nickel war. Eine Trennung der Eisenmasse in Dräthe steigert den magnetisirenden Effect aufserordentlich; denn Drathbündel einem Cylinder von Schmiedeeisen, Stahl und Roheisen in der andern Spirale entgegenwirkend, überwiegen auch dann, wenn die Masse derselben ein bedeutendes Vielfaches ihrer Masse ist, 14 isolirte Dräthe von 0‴.70 Durchmesser neutralisiren nämlich genau die Wirkung des Cylinders von Schmiedeeisen. Sind hingegen kräftig überwiegende Drathbündel in einer unaufgeschnittenen Messingröhre eingeschlossen, so werden sie in ihrer magnetisirenden Wirkung von denselben massiven Cylindern überboten.

In Beziehung auf das Magnetisiren der Stahlnadeln sind also die Erscheinungen ganz dieselben, das Magnetisiren mag durch galvanische oder Reibungselektricität hevorgebracht werden, und es findet hier nicht der Unterschied statt, welcher in Beziehung auf die physiologischen Effecte sich zeigt, d.h. Eisen in jeder beliebigen Form und irgend wie magnetisirt verstärkt die Stahl magnetisirende Wirkung des von dem Schliefsungsdrath im Nebendrath inducirten Stromes, während es durch die Entladung einer Batterie magnetisirt, die physiologische Wirkung der Spirale nur unter der Bedingung, dafs es in Dräthe aufgelöst ist oder eine aufgeschnittene Röhre bildet, verstärkt, hingegen dies in jeder Form thut, wenn es durch einen galvanischen Strom magnetisirt wurde.

3. Thermische Wirkung des inducirten Stromes.

Die Erwärmung durch den inducirten Strom ist unabhängig von der Richtung desselben. Ihre Messung geschah daher an einem einzigen Spiralenpaare, welches leer angewendet wurde und in welches dann die zu prüfenden Substanzen gelegt wurden. Eine Steigerung der Erwärmung läfst dabei unmittelbar auf eine Verstärkung, eine Verminderung derselben auf eine Schwächung durch die eingeführte Substanz schliefsen. Zur Messung der Temperatur wurde dabei sowohl ein elektrisches Luftthermometer als ein Breguetsches Metallthermometer angewendet.

54. Bei dem Magnetisiren durch Reibungselektricität schwächen sowohl eiserne Drathbündel als eiserne Stäbe und Nickel den thermisch gemessenen Effect des von dem Schliefsungsdrathe im Nebendrathe inducirten Stromes, und verhalten sich also wie unmagnetische Me-

talle, von denen Hr. Riess diefs bereits nachgewiesen hat. Ist hingegen der primäre magnetisirende Strom ein galvanischer, so verstärken Eisenmassen und Bündel von Eisendräthen den thermischen Effect des inducirten Stromes.

4. Induction des Schliefsungsdrathes der Leydner Flasche auf sich selbst.

55. Diese ist, so viel mir bekannt ist, überhaupt noch nicht empirisch nachgewiesen worden. Man erhält sie aber leicht auf folgende Art. Bezeichnet *mn* (Fig. 5) den Schliefsungsdrath der Leydner Flasche und *ab* den spiralförmig gekrümmten Theil desselben, *chhd* eine Nebenschliefsung, die bei den Handhaben *hh* durch den Körper vollzogen wird, so erhält man im Moment, wo der Funke bei *n* überspringt, eine Erschütterung, nicht aber, wenn die Nebenschliefsung wie in Fig. 6 angebracht ist, auch wenn die zwischen *h* und *h* enthaltene Drathlänge in beiden Fällen genau dieselbe ist. Im ersten Falle ist der spiralförmige Theil des Schliefsungsdrathes durch den *h* und *h* verbindenden Körper geschlossen, im letzteren aber nicht. Rührte die Erschütterung von einer Theilung des Stromes her, so müfsten sie in beiden Fällen eintreten. Da diefs nicht der Fall ist, so ist sie die Wirkung einer wahrhaften Induction. Die Verstärkung des Schlages durch ein Drathbündel ist sehr deutlich. Es wurde nun ein Cylinder von Nickel, 4 Zoll lang und $1\frac{1}{4}$ Zoll dick, eingeführt, ohne dafs bestimmt werden konnte, in welchem Sinne die Veränderung sei, da sie bei der Stärke des Schlages unbedeutend war. Bei Einführung eines massiven Eisencylinders wird hingegen die Erschütterung sehr merklich geschwächt, eben so durch einen Cylinder eines unmagnetischen Metalles. Eine geschlossene, den spiralförmigen Theil des Schliefsungsdrathes umhüllende Nebenspirale schwächt den Inductionsschlag des Schliefsungsdrathes bedeutend, sehr wenig aber, wenn sie aus zwei widersinnig verbundenen Theilen besteht. Die thermische Prüfung zeigt bei Einführung des Eisens in beliebiger Form eine Schwächung in der Nebenschliefsung, die Untersuchung vermittelst einer zu magnetisirenden Stahlnadel hingegen eine Verstärkung. Die Induction dieses Gegenstromes ist also identisch mit der des Nebenstromes in getrennten Dräthen.

5. Ergebnisse der Versuche mit elektromagnetisirtem Eisen.

56. Fafst man die Resultate, welche für die zum Magnetisiren des Eisens angewendeten verschiedenen Elektricitätsquellen erhalten wurden, in eine gemeinsame Übersicht zusammen, so erhält man:

a) Eisen in Form massiver Stangen, geschlossener oder der Länge nach aufgeschnittener Röhren, isolirter Drathbündel mit oder ohne leitende Hüllen, endlich in der Form von Scheibensäulen, ferner als Schmiedeeisen, weicher oder harter Stahl, weifses oder graues Roheisen und Nickel, durch den Strom einer galvanischen Kette, einer Thermosäule oder Thermokette, einer Saxtonschen Maschine, durch Annähern eines geschlossenen Drathes an einen Magneten, endlich durch Wirkung eines sich an einen Stahlmagneten annähernden Eisens auf einen geschlossenen es umhüllenden Drath elektromagnetisirt, bedingt elektrische Ströme in einem es umgebenden Drathe, wenn dieser Magnetismus verschwindet.

b) Die inducirende Wirkung derselben Eisenmasse als ununterbrochenes Continuum ist im Allgemeinen sehr verschieden von der Wirkung derselben Eisenmasse, wenn sie in Dräthe aufgelöst ist; diese Verschiedenheit ist aber andrer Art nach der Weise, wie das Eisen elektromagnetisirt wird.

c) Bei dem Magnetisiren des Eisens durch den Schliefsungsdrath einer galvanischen Kette, einer Thermokette und durch einen magnetoelektrischen Strom der drei oben unterschiedenen Arten, bleibt, bei dem Auflösen des Eisens in Drathbündel, zwar die galvanometrische Wirkung des Stromes, welchen der bei dem Öffnen der Kette verschwindende Magnetismus erzeugt, dieselbe, so wie die Eigenschaft dieses Stromes, weiches Eisen zu magnetisiren; seine physiologischen Wirkungen, die bei seiner Unterbrechung entstehenden Funken, und der durch ihn im Stahl hervorgerufene Magnetismus sind aber viel kräftiger. Umgiebt man das Drathbündel mit einer leitenden Hülle, nämlich einer unaufgeschnittenen Röhre oder einer einfach gewickelten Spirale mit verbundenen Enden, so verhält es sich wie eine massive Eisenmasse. Ist die Hülle dagegen geöffnet, d.h. eine der Länge nach aufgeschnittene Röhre oder

eine einfach gewickelte Spirale mit unverbundenen Enden, so wirkt es fast so kräftig wie ein offen liegendes. Eine aus einem zusammengelegten Drathe gewickelte das Drathbündel umhüllende Spirale ist mit verbundenen Enden eben so unwirkam als eine einfach gewickelte mit unverbundenen Enden. Trennt man die Eisenmasse durch auf die Längenrichtung senkrechte Schnitte in Scheiben, so schwächt man besonders die physiologische Wirkung des von dieser Scheibensäule inducirten Stromes ausnehmend.

d) Die eben angeführten Unterschiede zwischen eisernen Stangen und eisernen Drathbündeln erreichen ihr Extrem, wenn das Magnetisiren derselben durch den Entladungsschlag einer Leydner Flasche geschieht. Eine Drathspirale mit Eisenkern inducirt nämlich einen in seinen physiologischen, magnetisirenden, galvanometrischen, thermischen und chemischen Wirkungen stärkern Strom in einer sie umgebenden Nebenspirale, als die leere Drathspirale ohne Eisenkern, wenn der galvanische Strom, welcher dieses Eisen magnetisirt, aufhört. Die Verstärkung der physiologischen Wirkung durch Auflösen dieses Eisenkernes in Dräthe und die dabei sich steigernde Lebhaftigkeit der Funken des inducirten Stromes so wie der kräftiger werdende Magnetismus einer durch den Strom polarisirten Stahlnadel sind daher eine Steigerung der von dem massiven Eisen bereits auch ausgeübten Wirkungen. Die inducirende Wirkung der von dem momentanen Strome einer sich entladenden Leydner Flasche durchflossenen leeren Spirale ist hingegen, was die physiologischen und elektroskopischen Wirkungen des Nebenstroms betrifft, gröſser, als wenn ein massiver Eisenkern in derselben enthalten ist, hingegen kleiner, als die, welche ein darin befindliches eisernes Drathbündel, eine aufgeschnittene eiserne Röhre und eine massive Nickelstange hervorbringt. Umgiebt man das Drathbündel mit einer geschlossenen Hülle, so wirkt das vorher verstärkende Bündel nun wie eine massive Stange, d. h. schwächend. Der thermische Effect des Nebenstroms wird hingegen, sowohl durch massives Eisen als Drathbündel, überhaupt durch Eisen jeder Form so wie durch unmagnetische Metalle geschwächt, die Eigenschaft Stahl zu magnetisiren hingegen durch Eisen und Nickel jeder beliebigen Form verstärkt, hingegen durch massive Stangen unmagnetischer Metalle geschwächt.

e) Wirkt der Schliefsungsdrath der galvanischen Kette oder der Kleistischen Flasche nicht auf einen Nebendrath, sondern auf seine eigenen nebeneinander liegenden Windungen inducirend, so zeigt dieser Gegenstrom (Extracurrent) in allen nachweisbaren Wirkungen dieselben Verhältnisse als der Nebenstrom.

f) Der Einflufs leitender Hüllen entsteht durch einen von dem Schliefsungsdrathe in denselben inducirten elektrischen Strom, der sich in ihnen nachweisen läfst, wenn man die Ränder der der Länge nach aufgeschnittenen Hüllen durch ein Galvanometer oder ein andres Rheoskop schliefst. Dasselbe gilt von den Enden einhüllender Drathspiralen, welche einfach gewickelt einen Strom zeigen, wenn ihre Enden durch das Galvanometer geschlossen sind, hingegen keinen, wenn sie aus einem zusammengelegten Drathe bestehen und nun das Galvanometer schliefsen. Röhren und einhüllende Spiralen schwächen die physiologische Wirkung der in ihm enthaltenen Drathbündel desto bedeutender, je besser leitend die Schliefsung ist, aus der sie bestehen. Bei massiven Eisenstangen wirkt die Oberfläche derselben, wie die leitende Hülle, welche ein isolirtes Drathbündel einschliefst. Dadurch erklärt sich, dafs Nickel als massive Stange, durch die Entladung einer Kleistischen Flasche magnetisirt, stärker inducirt als Eisen. Es verhält sich wie ein Drathbündel in einer schlechter leitenden Hülle, Eisen wie ein Bündel in einer gut leitenden.

g) Der durch ein freiliegendes Drathbündel inducirte Strom erreicht früher das Maximum seiner Intensität als der durch eine massive Eisenstange oder von einem in einer geschlossenen Hülle enthaltenen Drathbündel inducirte, wenn die von beiden in Bewegung gesetzte Elektricitätsmenge dieselbe, denn von zwei einander am Galvanometer im Gleichgewicht haltenden Strömen zeigt die Nadel eine zuckende Bewegung, zuerst im Sinne des Drathstromes sich bewegend, dann im Sinne des vom massiven Eisen inducirten. Aus demselben Grunde ist bei galvanometrischer Gleichheit die physiologische Wirkung, ferner die Wirkung Stahl zu magnetisiren und die Lebhaftigkeit der Funken des ersten Stromes gröfser als die des letztern.

h) Gufseisen zeigt eine gröfsere physiologische Wirkung als sich nach seiner galvanometrischen Wirkung erwarten läfst. Es schliefs sich daher in seinen inducirenden Wirkungen näher an isolirte Drathbündel an als an Schmiedeeisen.

i) Alle Eisensorten geben bei wiederholtem Elektromagnetisiren stärkere Inductionsströme, wenn sie abwechseld in entgegengesetztem Sinne magnetisirt werden, als wenn diefs stets in demselben Sinne geschieht. Alle behalten nämlich einen Antheil des in ihnen erregten Magnetismus, erfahren daher eine stärkere magnetische Veränderung, wenn sie alternirend magnetisirt werden als wenn diefs gleichartig geschieht.

6. Einige Bemerkungen in Beziehung auf die Ampèresche Theorie.

57. Von dem Satze ausgehend, dafs gleichfliefsende elektrische Ströme einander anziehen, entgegengesetzt fliefsende einander abstofsen, hat Ampère gezeigt, dafs jede magnetische Wirkung auf die Wirkung geschlossener elektrischer Ströme zurückgeführt werden kann. Ampère ist dann noch einen Schritt weiter gegangen, er hat die Identität elektromagnetischer und magnetischer Phänomene ausgesprochen, und demnach angenommen, dafs jedes Eisentheilchen von einem elektrischen Strome umflossen sei, welche Ströme im unmagnetischen Eisen beliebig gerichtet seien und durch die Wirkung eines Magneten oder eines elektrischen Stromes erst parallel gerichtet würden. Diese Annahme hat bedeutend an Wahrscheinlichkeit durch die Entdeckung der Magnetoelektricität gewonnen, indem jede magnetische Wirkung eines elektrischen Stromes, wenn sie auf eine andre Weise als durch den elektrischen Strom hervorgebracht wird, den entgegengesetzten elektrischen Strom von dem veranlafst, der sie selbst hervorgerufen haben würde. Je mannigfacher aber die Berührungspunkte beider Gebiete sind, desto nothwendiger ist es, die Erscheinungen hervorzuheben, welche mit ihrer Identität nicht vereinbar scheinen.

Was zunächst das Hervortreten der magnetischen Polarität unter der Einwirkung eines elektrischen Stromes betrifft, so erfolgt es unter den Bedingungen, unter welchen nie elektrische Ströme sich bilden. Ein elektrischer Strom nämlich erzeugt in einem neben ihm befindlichen Leiter einen andern schnell vorübergehenden elektrischen Strom, nur wenn er beginnt und wenn er aufhört, nicht aber so lange er fortdauert. Er erzeugt hingegen während seines ganzen Bestehens in einem neben ihm befindlichen Eisen Magnetismus, der sich in einer merkbaren Zeit zu seinem Maximum steigert. Die von Ampère zur Erläuterung dieses Magnetismus hypothetisch angenommenen die Eisentheilchen umkreisenden elektrischen Ströme unter-

scheiden sich also, unter der Voraussetzung, dafs sie erst entstehen, von allen bekannten elektrischen Strömen dadurch, dafs sie während der Dauer eines elektrischen Stromes sich bilden, d. h. unter Umständen eintreten, wo sich nie andre elektrische Ströme bilden. Diese Schwierigkeit umgeht die Theorie dadurch, dafs sie annimmt, es werden bereits vorhandene die Eisentheilchen umkreisende Ströme durch einen äufsern Strom nur gerichtet, nicht erzeugt. Dann aber entbehrt die Erscheinung, dafs ein Elektromagnet in seinen unmagnetischen Zustand zurückkehrt, wenn der primäre ihn magnetisirende Strom aufhört, durchaus der Analogie in andern Gebieten. Ein polarisirter Lichtstrahl bleibt polarisirt, wenn er der Wirkungssphäre des spiegelnden oder brechenden Körpers entrückt ist, welcher ihn polarisirte, er depolarisirt sich nicht selbst, d. h. die parallel gewordenen Schwingungsrichtungen der Äthertheilchen bleiben parallel, nachdem sie es einmal geworden sind. Aus welchem Grunde hören denn die parallel gewordenen Elementarströme auf parallel zu sein, wenn der Strom, welcher sie in diese parallele Lage brachte, zu wirken aufhört, da in ihnen selbst doch nicht das Bestreben liegen kann, aus der parallelen Stellung wieder herauszuweichen? Der Grund, welcher diese Erscheinung bedingt, sei aber welcher er wolle, so mufs er doch im Sinne der Hypothese elektrischer Natur sein. Warum hängt er aber dann nicht mit der Leitungsfähigkeit der Metalle zusammen?

58. Die Ergebnisse der in dieser Abhandlung dargelegten Versuche zeigen, wenn wir sie ohne alle hypothetische Voraussetzungen betrachten, dafs bei dem Elektromagnetisiren des Eisens in demselben zwei einander entgegenwirkende Erscheinungen bedingt werden, nämlich Erregen elektrischer Ströme und Hervorrufen magnetischer Polarität. Bei den bisher in diesem Gebiete angestellten Untersuchungen überwog der Effect der magnetischen Polarisirung stets den hemmenden der zugleich erregten elektrischen Ströme, man erhielt daher, indem man diese letztern mehr oder minder sich zu bilden hinderte, nur eine Verstärkung einer durch die magnetische Polarisirung bereits hervorgebrachten Wirkung. Die vermittelst Reibungselektricität angestellten Versuche zeigten unter denselben Bedingungen eine vollkommene Umkehrung dieser Wirkung in die entgegengesetzte. Diese Umkehrung tritt aber für die physiologischen Wirkungen der inducirten Ströme, für ihre magnetisirenden Eigenschaften und für ihre thermischen Wirkun-

gen nicht zugleich ein, so dafs dieselbe experimentelle Vorrichtung, welche die eine dieser Wirkungen noch verstärkt, für die andre bereits einen schwächenden Einflufs äufsert. Dadurch werden alle Erklärungen beseitigt, welche aufgestellt worden sind, um eine dieser Wirkungen in ihren verschiedenen Modificationen allein zu erläutern. Da es nun nicht passend scheint, zwei Naturthätigkeiten, von denen die eine unter Umständen zu wirken beginnt, bei welchen die andre nie hervortritt, und welche, wenn sie zugleich in demselben Körper thätig sind, einander so entgegenwirken, dafs bald die eine, bald die andre überwiegt, als identisch durch denselben Namen zu bezeichnen, so scheint es zunächst zweckmäfsiger, die magnetische Polarisirung als ein von den im Eisen erregten elektrischen Strömen nicht nur unabhängiges, sondern entgegen wirkendes Agens anzuerkennen. Die Erklärung der hier beobachteten Phänomene würde dann folgende:

59. Der in einem das Eisen spiralförmig umgebenden Drathe wirksame primäre elektrische Strom erzeugt in dem Momente, wo er entsteht, in dem Eisen elektrische Ströme, während seiner Dauer magnetische Polarität, welche sich langsamer steigert als jener Strom, im Moment seines Aufhörens wiederum einen elektrischen Strom. Der bei dem Aufhören des primären Stromes erzeugte zweite elektrische mit dem primären gleich gerichtete Strom wirkt dem durch den Magnetismus erzeugten entgegen. Hatte, wie es bei galvanischem Magnetisiren der Fall ist, der Magnetismus während der längern Dauer des Stromes Zeit sich zu entwickeln, so überwiegt die Wirkung desselben die entgegengesetzte des bei dem Aufhören des primären Stromes erzeugten elektrischen Stromes. Alle gegen die Bildung elektrischer Ströme angewendeten Mittel steigern daher nur eine vom massiven Eisen bereits auch ausgeübte Wirkung. Ist hingegen der primäre Strom so schnell vorübergehend, wie der einer sich entladenden elektrischen Batterie, hatte also der Magnetismus nicht Zeit sich vollständig zu entwickeln, so überwiegt der bei dem Aufhören des primären Stromes erzeugte elektrische die Wirkung des verschwindenden Magnetismus ([1]). Das Zerstören dieser elektrischen Ströme durch Auflösen der Masse in Dräthe, oder die Hemmung

---

([1]) Unter §. 77 wird durch ein andres Verfahren bei magnetoelektrischer Induction dasselbe Resultat erhalten, nämlich Schwächung der physiologischen Wirkung eines Stromes durch Einführung von massivem Eisen und Verstärkung desselben durch eiserne Drathbündel.

ihrer Bildung in einer schlecht leitenden Masse wie bei dem Nickel, kehrt daher hier die Wirkung vollständig um, indem es den Ausschlag erst auf Seiten des verschwindenden Magnetismus bringt, der vor dieser Trennung auf Seiten der elektrischen Ströme war. Die Gleichgewichtsgrenze beider ist aber für die thermischen, physiologischen und magnetisirenden Wirkungen nicht dieselbe, weil nämlich die Abhängigkeit jeder einzelnen derselben von der Intensität des verschwindenden Magnetismus eine andre sein wird, als ihre Veränderung durch den entgegenwirkenden elektrischen Strom; für die magnetisirenden Wirkungen waltet daher noch die Wirkung des verschwindenden Magnetismus vor, wenn für die thermischen hingegen der elektrische Strom überwiegt, und die physiologischen Erscheinungen auf beide Seiten dieser Grenze fallen.

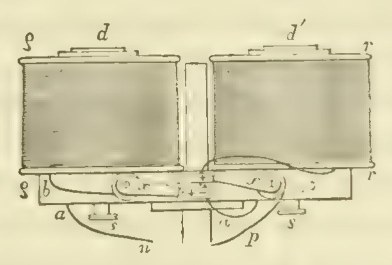
Ampère sah anfangs einen Magneten als eine Eisenstange an, welche peripherisch von elektrischen Strömen umgeben ist. So wie aber in der Coulombschen Ansicht nur von der Vertheilung des Magnetismus in einer Eisenstange Rechenschaft gegeben werden kann, wenn man sie bestehend annimmt aus linearen neben einander liegenden magnetischen Elementarlamellen, so substituirte Ampère für die erste Annahme ein elektrodynamisches Solenoid, dessen annähernde Realisation ein elektromagnetisirtes Drathbündel ist. Um die inducirende Wirkung eines massiven Elektromagneten aber auf die eines Drathbündels zurückzuführen, mufs das letztere von einer leitenden Hülle umgeben sein. Ein massiver Elektromagnet wäre demnach Eisen, in welchem aufser den einander parallelen elektrischen Strömen um die einzelnen Theilchen noch peripherische Ströme das Ganze umgeben. Eisen elektromagnetisiren hiefse daher vorhandene elektrische Ströme richten und aufserdem neue und zwar andrer Art erzeugen, da die Wirkung der letztern die der erstern hemmt. Ist man aber einmal genöthigt, die nachweisbaren elektrischen Ströme im Eisen zu unterscheiden von den hypothetischen, welche den Magnetismus bedingen, so scheint es einfacher, einen Schritt weiter zu gehen, und Elektricität und Magnetismus als zwei verschiedene Naturkräfte anzuerkennen.

Es fragt sich nun, welche Inductionserscheinungen bietet eine Eisenstange dar, in welcher der Magnetismus verschwindet, ohne dafs zugleich im Eisen elektrische Ströme erregt werden und welche bieten unmagnetische Metalle dar, in welchen die peripherischen elektrischen Ströme durch Auf-

lösen in Dräthe zerstört werden. Die Beantwortung dieser Fragen bildet den Gegenstand der beiden nachfolgenden Abschnitte.

V. Ströme inducirt durch Annähern von massivem Eisen und von eisernen Drathbündeln an einen Stahlmagneten.

60. Hat man an dem (§. 40) beschriebenen nach dem Princip einer Saxtonschen Maschine construirten Apparat bei der Stellung des Compensators ——



für die leeren Spiralen für physische, chemische und physiologische Prüfungen Stromgleichgewicht erhalten, so wird ein Aufheben dieses Stromgleichgewichts durch Hineinlegen verschiedener Substanzen in die Rollen zeigen, dafs die hineingelegten Substanzen verschieden wirken und aus der Richtung des hervortretenden Stromes sich bestimmen lassen, welche überwiegt. Hierzu wurden massive Eisencylinder und Drathbündel angewendet. Die massiven Eisencylinder hatten 13‴6 Durchmesser bei 22‴5 Höhe. Die Drathbündel hatten gleiche Dimensionen, doch fällt in Beziehung auf die Länge die messingne Bodenplatte der Seitenhülle weg, in Beziehung auf den Durchmesser die Dicke der umfasseuden Hülle von Papier, Holz oder Messing. Da nämlich das Abreifsen der schleifenden Feder für die Mitte der Rollen stets in gleicher Weise geschehen mufs, so müssen die Eisendräthe in Beziehung auf die Achse der Drathrolle symmetrisch liegen, also ein für allemal befestigt sein. Diefs geschieht in Holzfassungen und in Messingfassungen, von denen bei zwei gleichen eine der Länge nach aufgeschnitten und eine geschlossen war. Solcher mit Dräthen gefüllter Einsatzstücke *d* waren neun vorhanden, von 44 Dräthen bis 310, die letztern mit einer Papierhülle, deren Dräthe durch Lack zusammengehalten waren. Alle Eisendräthe sind zur bessern Isolation gefirnifst.

61. Das Endergebnifs der mit diesem Apparat angestellten sehr weitläuftigen Versuchsreihe war, dafs in Beziehung auf physiologische Wirkung, Erwärmung des elektrischen Thermometers, Ablenkung der Galvanometernadel, Magnetisiren des weichen Eisens, chemische Zersetzung und Funken der massiven Cylinder überwiegt über eiserne Drathbündel. Wirkt nämlich ein Drathbündel in der einen Rolle einem massiven Cylinder entgegen, so werden mit Vermehrung der Dräthe die Erschütterungen immer schwächer. Das Experimentum crucis in diesem Gebiete ist das, dafs zwei gleiche eiserne Drathbündel, eins in einer geschlossenen, das andre in einer der Länge nach aufgeschnittenen Röhre einander physiologisch vollkommen das Gleichgewicht halten, wenn der Schlufs der Handhaben mit trocknen Händen vollführt wird. Die sehr schwache Wirkung, welche man mit nassen Händen erhält, rührt davon her, dafs der in den Drathrollen unmittelbar durch Annähern derselben an den Stahlmagneten inducirte Strom einen secundären in der umschliefsenden Hülle erzeugt, sie findet also auch statt wenn gar keine eisernen Drathbündel in den compensirten Rollen befindlich sind, und ist gar nicht zu vergleichen mit den starken Unterschieden, welche bei elektromagnetisirten Drathbündeln sich zeigen, die offen liegen oder in Hüllen eingeschlossen sind. Die durch directes Magnetisiren des Eisens inducirten Ströme unterscheiden sich demnach von den durch Elektromagnetisiren des Eisens erregten dadurch, dafs jenen die charakteristischen Kennzeichen fehlen, welche bei diesen durch gleichzeitig im Eisen erregte elektrische Ströme erklärt werden können.

VI. Magnetismus der sogenannten unmagnetischen Metalle.

62. Wenn man die Naturkörper in Beziehung auf irgend ein physikalisches Agens eintheilt, so findet man bald, dafs die zunächst sich darbietende Vorstellung eines Gegensatzes, in welchen die Körper in Beziehung auf dasselbe zerfallen, aufgegeben werden mufs; denn die Wirkung, welche energisch in gewissen Körpern hervortritt, in andern vollkommen zu fehlen scheint, stuft sich in der Reihenfolge derselben so allmählig ab, dafs der Übergang unmerklich wird. So schalten sich zwischen den leuchtenden und dunkeln Körper die phosphorescirenden ein, zwischen den elektrischen

Leitern und Isolatoren die Halbleiter, so gehen die diathermanen in die athermanen allmählig über, so die Leiter für Wärme in die Nichtleiter derselben. Nur von den magnetischen Metallen zu den unmagnetischen Metallen ist dieser Übergang so plötzlich, dafs, während über den Magnetismus jener alle Naturforscher einig sind, die Magnetisirbarkeit der letztern eben so oft behauptet worden ist, als ihr widersprochen wurde.

Das Verfahren, welches man seit Brugmans stets angewendet hat, um den Magnetismus andrer Substanzen als des Eisens und Nickels zu erweisen, bestand entweder darin, dafs man leicht bewegliche Substanzen durch kräftige Magnete, oder umgekehrt leicht bewegliche Magnete durch jene Substanzen zu richten und zu bewegen suchte. Der doppelte Magnetismus von Hauy und die seit Lebaillif's Sideroskop häufig wiederholte Anwendung astatischer Doppelnadeln gehört zu der zweiten Art, während die erste Methode sich bei den verschiedenen Naturforschern nur in der Weise unterscheidet, wie die Körper beweglich gemacht wurden, entweder nämlich durch Schwimmen auf Wasser und Quecksilber vermittelst Korkstückchen, oder durch Aufhängung an Fäden von höchst geringer Torsion.

Der von mir eingeschlagene Weg ist hingegen ein anderer. Ich habe die Magnetisirbarkeit der verschiedenen Metalle durch die elektrischen Ströme geprüft, welche von ihnen, bei dem Verschwinden des in ihnen erregten Magnetismus, in einem sie spiralförmig umgebenden Leitungsdrath inducirt werden. In wie fern sich die auf diesem Wege erhaltenen Resultate an die früheren Beobachtungen andrer Naturforscher anschliefsen, wird am besten beurtheilt werden können, wenn die Ergebnisse derselben hier kurz angedeutet werden.

63. Nach Brugmans [1] besitzt Blei, Zinn, Antimon, Gold und Silber keine magnetische Kraft, hingegen wird auf Wasser oder Quecksilber schwimmendes Kupfer schwach angezogen, stärker Zink, ebenso Wismuth von weifser glänzender Silberfarbe, während hingegen das dunkle und fast violett gefärbte Wismuth von beiden Polen des Magneten zurückgestofsen wird. Kobalt äufsert eine sehr schwache Verwandtschaft und dem Arsenik fehlt sie ganz; hingegen können im Messing Pole und ein Indifferenz-

---

[1] *Magnetismus seu de affinitatibus magneticis observationes academicae* 1778. 4.

punkt hervorgebracht werden. Lehmann [1] suchte ausführlich zu zeigen, dafs der Magnetismus des Messings beigemengtem Eisen zuzuschreiben sei, während hingegen Cavallo [2] in Folge eigner Versuche zu der entgegengesetzten Ansicht gelangte. Brugmans sieht Anziehung durch den Magneten als Beweis für beigemengtes Eisen an.

Coulomb [3] liefs Nadeln von Gold, Silber, Blei, Kupfer, Zinn, 7 Millimeter lang und 40 Milligramm schwer, zwischen den entgegengesetzten Polen kräftiger Magnete schwingen, und fand die zu vier Schwingungen erforderliche Zeit 22,″ 20,″ 18,″ 22,″ 19,″ während jede derselben aufserhalb des Wirkungskreises jener Stäbe 44″ brauchte, um vier Schwingungen zu vollenden. Bei der Wiederholung der Coulombschen Versuche in der *Royal Institution* erhielt Thomas Young weniger bestimmte Resultate als Coulomb. Coulomb selbst zeigte durch künstliche Combinationen von Eisenfeilen und Wachs, wie wenig Eisen erforderlich sei, um ähnliche Wirkungen hervorzubringen. Biot [4] meint, die Alternative, ob diese Erscheinungen durch wirklichen Magnetismus der Metalle oder durch beigemengtes Eisen hervorgebracht wären, sei nicht nothwendig, da sie auch Folgen einer andern Kraft sein könnten. Ähnlich drückt sich Lamé [5] in Beziehung auf die Versuche von Coulomb, Becquerel und Lebaillif aus.

Lebaillif [6] bemerkte an seinem Sideroskop Anziehung durch Platin, Eisen, Nickel und Kobalt, hingegen Repulsion durch Wismuth und Antimon. Saigey [7] erklärt in Folge einer weitläuftigen Versuchsreihe, diese Repulsion als allgemeine Eigenschaft aller in der Luft aufgehängter Körper, wahrgenommene Anziehungen hingegen durch Anwesenheit von Eisen.

Ampère und de la Rive untersuchten die Wirkungen eines kräftigen Magneten auf eine Kupferscheibe, die in einem von einem elektrischen Strome durchflossenen Drathe beweglich aufgehängt war.

---

(1) *de cupro et orichalco magnetico.* Nov. Com. Petr. 12 p. 368.
(2) *Treatise on magnetism* 1787. p. 283.
(3) *Journal de physique* LIV. p. 367 und 454. 1802.
(4) *Précis élémentaire de physique.* sec. ed. II. p. 78.
(5) *Cours de physique* II. 149.
(6) *Bulletin universel* VIII. p. 87.
(7) Ibid. IX. p. 95.

Dieses elektromagnetisirte Kupfer soll sich, nach einer mir unvollständig bekannt gewordenen Notiz, analog dem elektromagnetisirten Eisen gegen die Pole eines kräftigen Magneten verhalten haben. Hingegen fand Becquerel ([1]) keinen vollständigen Parallelismus der Erscheinungen zwischen einer Kupfer- und einer Eisennadel, wenn beide in die Windungen eines Multiplicators gehängt wurden. Seine Versuche kommen mit denen von Muncke ([2]) überein, welcher an eisenhaltigem Messing nachwies, dafs es sich zwischen den gleichartigen Polen zweier Magnete mehr oder minder transversal stelle. Seebeck ([3]) hat dieselbe Eigenschaft auch von andern als nickelhaltigen Substanzen nachgewiesen. Bei diesen Versuchen zeigten folgende Metalle transversale magnetische Polarisation:

1) Dräthe von Kupfer von $\frac{1}{2}$ bis 4 Linien Dicke
2) Platin in Form von Stangen, Blechen, und als Schwamm
3) eine gegossene Stange von Speiskobalt, Arsenik und Nickel enthaltend
4) ein Goldstreifen mit 1 Proc. Silber, Kupfer und Eisen, und ein mit Antimon gereinigter
5) regulinischer Arsenik, eisenhaltig
6) Alliagen ([4]) von 3 Kupfer und 1 Antimon, und 1 Kupfer und 1 Antimon
7) Alliagen von 5 Kupfer nnd 1 Wismuth, 1 Kupfer und 1 Wismuth, 1 Kupfer und 3 Wismuth.

Hingegen zeigten sich indifferent:

Quecksilber, Wismuth, Antimon Schwefelantimon, Blei, Zinn, Zink, Cadmium, reines Silber, reiner regulinischer Arsenik, eine Legirung von 4 Antimon und 1 Eisen, und eine von Kupfer und Nickel.

Anziehung von Kupfer auf astatische Nadeln ist häufig bei der Construction von Multiplicatoren beobachtet worden. So fand vor mehreren Jahren Hr. Professor Nervander aus Helsingfors bei seiner Anwesenheit

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique* XXV. p. 269.

([2]) Poggendorffs Annalen VI. p. 361.

([3]) Abhandlungen der Berliner Akademie 1827. p. 147.

([4]) Diese Alliagen sind dieselben als die unter §. 53 angeführten.

in Berlin unter sehr vielen geprüften Kupfersorten nur eine mir gehörige Stange von Japanischem Kupfer, welche auf die empfindliche Nadel seines Multiplicators nicht anziehend wirkte. Hingegen hat Faraday ([1]) selbst Kobalt und Chrom, welche bisher für magnetisch galten, unmagnetisch gefunden, sobald sie von Eisen frei waren. Bei dem bedeutend schwächenden Einflufs der Temperatur auf die magnetische Intensität des Eisens und Nickels, wäre es aber möglich, dafs bei niedriger Temperatur Metalle magnetisch würden, welche es bei gewöhnlicher nicht sind. Doch zeigten selbst bei — 60° bis — 70° F. folgende Metalle sich, auf eine empfindliche Doppelnadel geprüft, unmagnetisch:

Arsenik, Antimon, Wismuth, Cadmium, Kobalt, Chrom, Kupfer, Gold, Blei, Quecksilber, Palladium, Silber, Zinn, Zink.

Dennoch behauptet Pouillet ([2]) in der später erschienenen Auflage seiner Physik,

1) dafs Kobalt stets magnetisch bleibt, auch bei hellster Rothgluth;
2) dafs Chrom seinen Magnetismus etwas unter dunkler Rothglühhitze verliert;
3) dafs Mangan bei — 20° bis — 25° C. magnetisch wird.

Endlich hat neuerdings Hr. Poggendorff ([3]) das Phänomen der von ihm an der Saxtonschen Maschine zuerst nachgewiesenen doppelsinnigen Ablenkung als ein Mittel angewendet, die Magnetisirbarkeit von Metallen nachzuweisen, welche bisher nicht als Träger des Magnetismus bekannt waren. Aber nur Nickel, Eisen und Stahl gaben positive Resultate, selbst Packfong nicht.

64) Im vierten Abschnitt (53) haben wir gesehen, dafs die durch die Entladung einer elektrischen Batterie im Eisen erregte magnetische Polarität bei ihrem Verschwinden einen elektrischen Strom in einem Nebendrath erregt, der sich stets durch Magnetisiren einer Stahlnadel nachweisen läfst. Die Polarität dieser Stahlnadel bleibt nämlich immer dieselbe, wenn ein magnetisirbares Metall in eine der vorher compensirten Spiralen des Differentialinductors gelegt wird, aber sie ist schwächer, wenn das magnetisirbare

---

([1]) *London and Edinb. Phil. Mag.* 8. p. 177.

([2]) *Élémens de Physique* 3. édit. I. p. 381.

([3]) Poggendorffs Annalen 45. p. 371.

Metall eine massive Stange oder Scheibensäule, als wenn es ein Bündel isolirter Dräthe ist. Die Polarität dieser Nadel ist hingegen die umgekehrte, wenn das hineingelegte Metall ein unmagnetisches ist. In diesen Fällen wird sie nämlich von einem von der leeren Spirale ausgehenden Strome bestimmt.

Bei den elektroskopischen und physiologischen Phänomenen des vom elektromagnetisirten Eisen und Nickel inducirten Stromes wurde hingegen die auffallende Thatsache wahrgenommen, dafs der schwächer magnetische Nickel verstärkend wirkt, das stärker magnetische Eisen hingegen schwächend, weil in jenem schlechter leitenden Metall die verzögernden elektrischen Ströme sich nicht so gut bilden können als in dem besser leitenden Eisen, d. h. in Beziehung auf elektroskopische und physiologische Prüfung verhält sich das massive Eisen wie ein unmagnetisches Metall, während es für das Magnetisiren der Stahlnadel noch als magnetisches wirkt. Es liegt nun die Vermuthung nahe, dafs die sogenannten unmagnetischen Metalle sich in Beziehung auf die Eigenschaft des Stromes, Stahl zu magnetisiren, so verhalten, wie Eisen für die elektroskopischen und physiologischen Eigenschaften desselben, d. h., dafs sie unmagnetisch scheinen, weil die mit dem Magnetisiren gleichzeitig erregten elektrischen Ströme die Wirkung der magnetischen Polarität verdecken, dafs sie es aber in der That nicht sind. Es kommt also, um die letztere hervortreten zu lassen, nur darauf an, die Bildung der elektrischen Ströme zu verhindern, d. h. sie ebenfalls in Dräthe aufzulösen und dann die Richtung des inducirten Stromes durch Magnetisiren einer Stahlnadel zu prüfen. Geht der Strom von der mit dem Drathbündel gefüllten Spirale aus, so ist das Metall ein magnetisches, geht er hingegen von der leeren aus, ein unmagnetisches.

65. Zu vorläufigen Versuchen wurde Messing gewählt. In Form eines Cylinders schwächte es den Strom seiner Spirale, denn der resultirende Strom ging von der leeren aus; bei einer bestimmten Dicke der hineingelegten Messingdräthe blieb das Stromgleichgewicht bestehen; bei Anwendung dünner, gut gefirnifster Messingdräthe ging hingegen der Strom von der vollen Spirale aus. In dieser Form wurde also das vorher unmagnetische Messing magnetisch.

Diese Versuche wurden nun auf Antimon, Blei, Wismuth, Zinn, Zink und Quecksilber ausgedehnt. Die Isolation bei dem Quecksilber war dadurch hervorgebracht, dafs es in oben und unten versiegelte Glasröh-

ren eingeschlossen war, die Dräthe der übrigen Metalle waren mit Schellack überzogen.

Das Kupfer war nach der Analyse von Hrn. Heinrich Rose eisenfrei, das Blei enthielt hingegen eine sehr schwache Spur von Eisen; Zinn, Antimon und Wismuth hingegen mehr, das Zink war nach den Untersuchungen des Hrn. Dr. Marchand chemisch rein. Die Versuche werde ich mit einigen Metallen, die ich seitdem rein erhalten habe, wiederholen.

Die Dicke der Dräthe war folgende: Kupfer 0‴.75, Zinn 1‴.10, Blei 0‴.80, Zink 0‴.60, Messing 0‴.75, Antimon 2‴.80, Wismuth 2‴.80, das Quecksilber war in gewöhnlichen Thermometerröhren eingeschlossen.

Bei den Versuchen wurde stets ein und dieselbe Art starker Nähnadeln (sogenannte Stopfnadeln) angewendet, und die elektrische Batterie durch eine selbstentladende Flasche auf gleiche Ladung gebracht. Zeigte sich die Compensation der leeren Spiralen nicht vollständig, so konnte sie entweder durch ein geringes Verschieben der innern in der äufsern erhalten werden, oder sie wurde durch Hineinlegen von Messingdräthen vorher ermittelt.

Das Ergebnifs der Versuche war bei Kupfer ein sehr merklicher Magnetismus, eben so entschieden bei Zinn, Quecksilber, Antimon und Wismuth, schwächer bei Zink und sehr unbedeutend bei Blei.

Eine Röhre von Messing schwächt die Wirkung ihrer Spirale, wirkt also unmagnetisch. Eine Röhre von Neusilber, und ebenso gezogene Röhren von Zinn und von Blei wirkten hingegen stark magnetisch, und zwar stärker als Drathbündel von Zinn und Blei. Es ist daher wahrscheinlich, dafs bei dem Ziehen dieser weichen Metalle zu Röhren sie sich mit einer dünnen Eisenschicht bedecken.

Das positive Resultat für Quecksilber ist deswegen wichtig, weil hier ein etwaiges Anhaften von Eisen durch das Ziehen nicht stattfindet. Auch sind früher (53) Legirungen von Eisen aufgeführt, welche in Form von Stangen sich, in derselben Weise geprüft, unmagnetisch verhalten, die Beimengung des Eisens, als solche, kann also das Resultat nicht bestimmen.

Übrigens ist der Magnetismus dieser Metalle, mit dem des Eisens verglichen, stets so schwach, dafs ein einziger Eisendrath gleicher Dicke, ein ganzes Bündel des andern Metalls in seiner magnetisirenden Wirkung über-

trifft. Eine wirkliche Reihenfolge der Metalle unter einander zu bestimmen, möchte aber zu früh sein.

VII. Einflufs der Anwesenheit des Eisens bei inducirten Strömen höherer Ordnungen.

Ein von dem Schliefsungsdrathe einer galvanischen Kette oder einer elektrischen Batterie inducirter Strom kann, wie Henry [1] neuerdings gezeigt hat, wiederum als ein primärer angewendet werden, und so einen zweiten Strom induciren, dieser einen dritten und so fort. Hr. Henry hat sich bei der Untersuchung dieser Ströme flacher Bandspiralen (*coils*) bedient, alle seine Untersuchungen sind daher nur elektrodynamisch. Die Frage, ob das Verstärkungsprincip durch Drathbündel auf diese Ströme eine Anwendung finde, schien mir aus einem doppelten Grunde der Beantwortung werth, aus einem praktischen, weil man dadurch in Stand gesetzt wird, diese Ströme zu untersuchen, auch wenn dem Experimentator nicht solche Massen von Kupferdrath und Kupferstreifen zu Gebote stehen, als die mit denen Hr. Henry experimentirt hat, und einem theoretischen, da es wichtig ist zu wissen, ob zwischen den inducirten Strömen höherer Ordnungen sich dieselben Unterschiede zeigen, welche bei den inducirten Strömen der ersten Ordnung bemerkt wurden, wenn der primäre Strom nämlich entweder der einer galvanischen Kette, oder der einer elektrischen Batterie ist.

1. Ströme höherer Ordnungen, wenn der erste inducirte ein elektrodynamisch inducirter ist.

66. Der erste inducirte Strom, welcher Ströme höherer Ordnungen hervorruft, kann entweder elektrodynamisch inducirt werden, oder ein magnetoelektrischer sein, und beide Erregungsarten gestatten wiederum mehrere Modificationen. Elektrodynamische Induction tritt nämlich bekanntlich auf eine doppelte Weise ein, entweder dadurch, dafs einem dauernden Strome (also z.B. dem Schliefsungsdrathe einer galvanischen oder einer Thermokette) ein geschlossener Drath sich nähert oder sich von ihm entfernt, oder zweitens dadurch, dafs in dem einen von zwei gleich ent-

---

[1] *Transact. of the American Phil. Society.* Vol.VI. p. 17.

fernt bleibenden parallelen Dräthen ein elektrischer Strom erregt wird oder aufhört. Für die erste Art der Induction kann man sich des folgenden Apparates bedienen. Denkt man sich zwei kreisförmige Ströme so einander durchschneidend, wie zwei gröfste Kreise einer Kugel, so werden sie einander in eine Ebene zu drehen suchen, nach dem Ampèreschen Satz, dafs zwei einander schneidende Ströme einander anziehen, wenn beide von der Winkelspitze abfliefsen oder beide ihr zuströmen, hingegen einander abstofsen, wenn einer ihr zuströmt, der andere von ihr abfliefst. Ist nun einer dieser Kreise ein fester Drathring, in dessen Windungen der Strom einer galvanischen Kette circulirt, der andre ein um diesen drehbarer geschlossener Drathring von etwas gröfserem Durchmesser, so sieht man leicht, dafs bei jeder ganzen Umdrehung dieses Ringes um den ersten in demselben zwei alternirende Ströme gleicher Intensität inducirt werden. Dieser Ring auf die Achse einer Saxtonschen Maschine gesetzt, giebt einen entsprechenden Inductionsapparat, welcher aber durchaus elektrodynamischer Natur ist ([1]). In Ermangelung eines solchen Apparates habe ich nur die zweite Art elektrodynamischer Induction angewendet, bei welcher ein beginnender oder aufhörender Strom auf einen ruhenden Nebendrath wirkt.

Ein Grovesches Platinzinkelement wurde durch eine Spirale A von dickem Kupferdrath geschlossen. Eine zweite Spirale B von dünnem Kupferdrath von 400′ Länge umgab jene erste Spirale, und war selbst mit einer dritten Spirale C von 400′ Länge und derselben Drathdicke verbunden. Dieser dritten Spirale C war eine vierte D isolirt aufgeschoben von 400′ Länge, welche durch Handhaben oder ein andres Prüfungsmittel des Stromes geschlossen wurde. Der in dem Schliefsungsdrath A circulirende galvanische Strom inducirte also zunächst einen secundären Strom in B, welcher in C fliefsend, einen Strom dritter Ordnung in D hervorruft. Es wurden nun die Veränderungen untersucht, welche in dem Strom dritter Ordnung sich zeigen, wenn in die Spirale C massive Eisencylinder oder eiserne Drathbündel in geschlossenen oder aufgeschnittenen Röh-

---

([1]) Statt des hier beschriebenen Apparates kann man sich auch eines von Hrn. Henry vorgeschlagenen bedienen, bei welchem der leere Anker der Saxtonschen Maschine statt vor einem Magneten, vor zwei gleichen von einem galvanischen Strome durchflossenen Drathrollen rotirt.

ren gelegt werden. Auf ähnliche Weise wurde verfahren, wenn der primäre Strom der einer sich entladenden elektrischen Batterie war. Eine in Harz eingelassene flache Kupferspirale $A_{,}$ von $11\frac{1}{3}$ Zoll Durchmesser, bestehend aus 31 Windungen eines $53\frac{1}{2}$ Fufs langen, $\frac{2}{3}$ Linien dicken Kupferdrathes bildeten auf einem isolirenden Glasfufs einen Theil des Schliefsungsbogens der Batterie. Ihr gegenüber, nur durch eine Glasplatte oder eine Glimmerplatte getrennt, befand sich eine zweite flache Spirale, deren Windungen der ersten genau parallel waren und vermittelst eines Schlittens ihr beliebig genähert werden konnte. Diese Spirale $B_{,}$ war mit den beiden innern cylindrischen Spiralen des Differentialinductors *ab* und *cd* für Reibungselektricität (Fig. 3) verbunden, welche bei der Entladung der Batterie in den äufsern gleichartig verbundenen Spiralen $\alpha\beta$ und $\gamma\delta$ einen Strom dritter Ordnung inducirten, dessen physiologische Wirkungen geprüft wurden, wenn *ab* und *cd* leer waren, oder Eisen enthielten. Endlich wurde der Fall untersucht, wo der primäre Strom der einer Saxtonschen Maschine war. Die Drathrollen derselben (Fig. 7) wurden mit einer Spirale $A_{,,}$ von 400′ Länge verbunden, welche inducirend auf eine ihr aufgeschobene Drathrolle $B_{,,}$ von 400′ Länge wirkte. Diese erste äufsere Spirale $B_{,,}$ war mit einer zweiten innern $C_{,,}$ und mit $A_{,,}$ vollkommen übereinstimmenden von 400′ Länge verbunden, welche inducirend auf eine zweite äufsere $D_{,,}$ wirkte, die mit $B_{,,}$ vollkommen übereinstimmt. Der Strom dieser Spirale $D_{,,}$ wurde geprüft, wenn $C_{,,}$ Eisen enthielt oder leer war.

Das Ergebnifs dieser Versuche war, dafs diese zweiten inducirten Ströme, oder wie Henry sie nennt, die Ströme dritter Ordnung sich verhalten wie die Ströme zweiter Ordnung, welche sie selbst hervorrufen, d. h. die Ströme, deren primärer Strom durch Maschinenelektricität hervorgebracht war, wurden durch massives Eisen geschwächt, durch eiserne Drathbündel hingegen verstärkt, während die galvanisch inducirten durch beide verstärkt wurden, aber durch Drathbündel mehr als durch eiserne Stangen. Dasselbe gilt von den Strömen dritter Ordnung der Saxtonschen Maschine.

2 Ströme höherer Ordnungen, wenn der erste inducirte ein magnetoelektrischer ist.

67. Befindet sich in der Schliefsungsspirale *A* der galvanischen Kette oder der Kleistischen Flasche bereits Eisen, so ist der erste in-

ducirte Strom nicht blofs ein elektrodynamisch hervorgerufener, sondern gröfstentheils erregt durch den verschwindenden Magnetismus des elektromagnetisirten Eisens. Will man den magnetoelektrischen Antheil desselben allein als primären Strom für die Ströme höherer Ordnungen anwenden, so mufs man die galvanische Kette oder elektrische Batterie durch einen Differentialinductor schliefsen und nur in eine der Spiralen desselben Eisen hineinlegen. Der durch dasselbe inducirte Strom wirkt nun inducirend auf die folgende Spirale. Combinirt man hingegen die elektrodynamische und magnetoelektrische Induction, so können Ströme höherer Ordnungen als ohne diese Combination untersucht werden.

Für Maschinenelektricität wurde folgende Anordnung getroffen. Die Batterie wurde durch die eine innere Spirale *ab* des Differentialinductors (Fig. 3) entladen. Die ihr aufgeschobene Spirale $\alpha\beta$ wurde mit der zweiten innern *cd* verbunden, endlich die ihr aufgeschobene $\gamma\delta$ mit der flachen (66) beschriebenen Spirale A_1, und an der ihr parallelen Spirale B_1 die Erschütterungen geprüft, wenn in *ab* und *cd* massive Eisenstangen oder Drathbündel sich befanden. Man erhält dann:

in *ab* den primären Strom,
in $\alpha\beta$ und *cd* den Strom zweiter Ordnung,
in $\gamma\delta$ und A_1 den Strom dritter Ordnung,
in B_1 den Strom vierter Ordnung.

Die Ströme fünfter Ordnung, erzeugt durch kleinere flache Spiralen C_1 D_1 konnten nicht mehr physiologisch nachgewiesen werden. Diefs gelang hingegen sehr leicht

Bei der Saxtonschen Maschine, oder wenn der primäre Strom der einer galvanischen Kette war, denn obgleich die inneren Spiralen für höhere Ordnungen oft nur zwei Drathlagen über einander hatten, so waren sie doch an frisch präparirten Fröschen sehr kräftig und auch mit nassen Händen deutlich fühlbar. Da jede höhere Ordnung zwei neue Spiralen erfordert, so mufsten zu diesen Versuchen Spiralen angewendet werden, welche, ursprünglich zu andern Zwecken bestimmt, oft für den vorliegenden Zweck ungünstig gewickelt waren, indem der Abstand zwischen der innern und äufsern Spirale oft sehr bedeutend ausfiel.

Die verstärkende Wirkung eingeführter eiserner Drathbündel tritt hier mit der gröfsten Energie hervor, denn es werden durch dieselben

Ströme äufserst fühlbar, wo bei elektrodynamischer Induction keine Spur von Wirkung sich zeigt. Der schwächende Einflufs einschliefsender Röhren oder geschlossener Umhüllungsspiralen ist daher hier ausnehmend merklich. Die Nadel des Galvanometers zuckte bei höheren Ordnungen galvanischer Induction und bei der Saxtonschen Maschine zuletzt wie von dem allerkürzesten Stofse getrieben und wurde von den Strömen fünfter Ordnung bei deutlich physiologischer Wirkung nicht mehr afficirt. Wahrscheinlich nähern sich diese inducirten Ströme höherer Ordnungen immer mehr den momentanen Entladungen der Reibungselektricität. Es gelang aber nicht, diefs empirisch nachzuweisen, d.h. eine Schwächung der physiologischen Wirkung einer Spirale durch Einführung von massivem Eisen zu erhalten, welches vielleicht mit einer gröfsern Anzahl besonders zu diesem Zwecke gewickelter Spiralen zu erreichen wäre, wo höhere Ordnungen untersucht werden können. Gewifs ist, dafs, so wie die von elektromagnetisirten Drathbündeln inducirten Ströme nach den an ihnen nachgewiesenen Eigenschaften überhaupt die weite Kluft zwischen andauernden galvanischen Strömen und den momentanen der Reibungselektricität durch eine Menge Zwischenstufen ausfüllen, vermittelst der secundären Ströme höherer Ordnungen wahrscheinlich die zwischen jenen Endgliedern bleibende Lücke noch weiter ergänzt werden könnte.

Haben die in dieser Abhandlung bisher dargelegten Untersuchungen den Einflufs kennen gelehrt, welchen für verschiedene primäre Ströme die Anwesenheit massiven Eisens und isolirter Drathbündel auf inducirte Ströme äufsert, sie mögen nun als Nebenströme in getrennten Dräthen entwickelt werden, oder in der Form des sogenannten Extracurrent in den eignen Windungen des Schliefsungsdrathes bei Unterbrechung der Elektricitätsquelle entstehen, so bleibt noch zu untersuchen, welchen Einflufs dieses Eisen äufsert bei dem Anfangsgegenstrome, welchen ein beginnender primärer in seinen eigenen Windungen hervorruft. Da aber von den physiologischen Wirkungen dieses Stromes überhaupt nichts bekannt ist, so mufste zunächst auf Mittel gedacht werden, ihn in einer Weise darzustellen, welche die Anwendung beliebiger rheometrischer Mittel gestattet. Der folgende Abschnitt enthält die sich hierauf beziehenden Untersuchungen.

VIII. Gegenstrom zu Anfang und zu Ende eines primären und seine Modificationen durch Anwesenheit von Eisen.

Da ein elektrischer Strom, dessen Intensität zunimmt, in jedem Augenblicke als aus zwei Theilen bestehend gedacht werden kann, einem unverändert bleibenden Antheil und einem dazu neu hinzukommenden, in einem Strome, dessen Intensität abnimmt, in gleicher Weise der verschwindende Antheil gesondert werden kann von dem unverändert bleibenden, so wird das Inductionsgesetz, dafs ein primärer Strom bei seinem Beginn einen entgegengesetzt fliefsenden inducirt, bei seinem Aufhören einen ihm gleich gerichteten, dafs derselbe während seiner Dauer hingegen gar keinen Strom inducirt, allgemeiner so ausgedrückt werden können: ein primärer Strom inducirt, so lange sich seine Intensität steigert, einen entgegengesetzt gerichteten, so lange sie abnimmt, einen gleich gerichteten secundären Strom. Nennt man nun Nebenstrom einen von einem primären Strome in einem ihm parallelen, aber von ihm getrennten Drathe inducirten Strom, Gegenstrom (Extracurrent) hingegen den in einem spiralförmigen Schliefsungsdrathe mit oder ohne Eisenkern durch Wirkung jeder einzelnen Windung auf die zunächstliegenden hervortretenden secundären, sieht man also diesen Gegenstrom als einen speciellen Fall dieses Nebenstromes an, bei welchem nämlich ein und derselbe Drath den Weg abgiebt für den primären Strom und den inducirten, so werden die für den Nebenstrom gefundenen Erscheinungen auch in Beziehung auf den Gegenstrom als wahrscheinlich verausgesetzt werden können. Nun ist aber der bei dem Öffnen einer geschlossenen galvanischen Kette erscheinende Funke stärker, wenn die Kette durch einen langen spiralförmigen Drath geschlossen ist, als durch einen kurzen gerade ausgestreckten, auch treten, besonders wenn dieser spiralförmige Drath Eisen umgiebt, kräftige physiologische Wirkungen hervor, welche bei kürzeren geraden Schliefsungsdräthen nicht bemerkt werden. Faraday, welcher aus diesen Erscheinungen auf die Existenz des Gegenstromes schliefst, vermuthet daher (§. 1104) dafs entsprechende Effecte durch eine Spirale und einen Elektromagneten jedesmal entstehen, wenn der Elektromotor geschlossen wird. Diese Effecte müssen im ersten Moment einen Widerstand erzeugen, also etwas dem Schlage und Funken entgegengesetztes bewirken. Es

sei aber schwer, Mittel anzugeben für die Nachweisung solcher negativer Effecte. Faraday sucht sie daher durch positive nachzuweisen, welche gleichzeitig in einer Nebenschliefsung entstehen. Da nun bei späteren Versuchen in diesem Gebiete die eigentliche experimentelle Schwierigkeit, nämlich zu verhindern, dafs der bei dem Öffnen entstehende Gegenstrom sich bilde, nicht beseitigt ist, da aufserdem keine der Steigerung der Funken und physiologischen Wirkung des Extracurrent am Ende entsprechende Schwächung für den zu Anfang supponirten Gegenstrom nachgewiesen ist, so werden die folgenden Untersuchungen als eine Ergänzung dieser Lücke angesehen werden können, in so fern durch sie das Verlangte in so augenfälliger Weise geleistet wird, dafs diese Versuche unmittelbar in den Kreis gewöhnlicher experimenteller Darstellungen eintreten können.

68. Der primäre Strom wurde durch eine Saxtonsche von Hrn. Oertling construirte und in Fig. 7 abgebildete Maschine hervorgebracht, bei welcher die Unterbrechung durch Messingfedern geschieht, welche auf zwei, mit hölzernen Einsatzstücken versehenen eisernen Walzen schleifen. Die erste dieser Walzen w_1 ist isolirt auf die Achse AB des Ankers aufgesetzt, und nimmt das eine Drathende n der Umwickelung des Ankers auf, die zweite w_2 ist unmittelbar auf dieser Achse befestigt, und dadurch mit dem andern Ende p der Umwickelung in leitender Verbindung. Die an der Seite der Walze w_1, w_2 und w_4 befindlichen Holzeinsätze nehmen die Hälfte des Umfanges dieser Walze ein, der auf der Walze w_2 in der Mitte derselben bei a sichtbare Holzeinsatz ist hingegen nur $\frac{1}{6}$ des Umfanges, da diametral gegenüber ein ganz entsprechender nochmals vorhanden ist, um alternirende Ströme gleicher Intensität hervorzubringen. Eine der Federn 1) oder 5) schleift continuirlich auf der ersten Walze, ebenso wie 9) auf der zweiten, die dritte 3) entweder ebenfalls ununterbrochen oder gelangt einmal ([1]) im Azimuth 90° (d. h. bei senkrechter Stellung des Ankers lothrecht auf die Verbindungslinie der Pole des Magneten) oder zweimal im Azimuth 90° und 270° auf den isolirenden Holzeinsatz. Im ersten Falle (welcher nur bei galvanometrischen Prüfungen und chemischen Zersetzuugen eintritt) wird der stets metallisch geschlossene Drath der Umwickelung des Ankers von alter-

---

([1]) sie wird dann etwas schief eingesteckt, so dafs sie den nach dem Magnete hin liegenden Holzeinsatz am Rande berührt.

nirenden Strömen durchlaufen, die im Azimuth 0° und 180° in einander übergehen und wegen der symmetrischen Vertheilung des Ganzen im Azimuth 90° und 270° ohngefähr ([1]) ihr Maximum haben werden. Geschieht die Unterbrechung der intermittirenden Feder einmal bei 90,° so erhält die nun allein den Zusammenhang in den Handhaben I und II vermittelst des Körpers oder eines andern Prüfungsmittels des Stromes herstellende Nebenschliefsung den positiven Strom in voller Intensität, geschieht sie zweimal während jeder ganzen Umdrehung des Ankers, hingegen zwei entgegengesetzt fliefsende Ströme in alternirender Folge, ist ein Voltameter eingeschaltet, daher Knallluft an beiden Elektroden. Dieses Alterniren kann aufgehoben werden durch zwei in Form eines Y gespaltene Federn *yy*, welche mit ihren beiden Armen gleichzeitig auf beide Walzen fassen, auf der einen Holz berühren, wenn sie auf der andern Metall berühren, und nach dem Princip des Commutators die alternirenden Ströme in gleichgerichtete verwandeln. Die Berührungsstellen der einen Feder liegen denen der andern diametral gegenüber, die eine *y* vom höheren Ständer 10) ausgehend, schleift auf der unteren Fläche der beiden Walzen, die andere *y* von 2) ausgehend auf der oberen. Diese Vorrichtung giebt bei chemischer Zersetzung die Gase getrennt und zwar in doppelter Quantität als bei der gewöhnlichen Einrichtung, bei welcher der entgegengesetzte Strom nicht umgekehrt, sondern durch Unterbrechung des Schlusses aufgehoben wird.

Die verschiedenen Combinationen der Federn sind demnach folgende. Bei gewöhnlichen Versuchen ohne Einschaltung einer Spirale zur Hervorbringung des Extracurrent schleift 9) und 3) auf der Walze w_2, wie es in Figur 7 angegeben ist; auf der Walze w_1 hingegen statt der von 5) ausgehenden Feder eine von der Drathklemme 1) ausgehende und zwar 1) und 9) continuirlich, hingegen 3) intermittirend. Man erhält dann alternirende Ströme, hingegen, so wie die bisherige Nebenschliefsung eine Hauptschliefsung geworden ist, gleichgerichtete, wenn sie schief geneigt, an dem einmal unterbrochenen Rande schleift. Das Galvanometer, Voltameter, die Vorrichtungen für Glühen des Platins und der Kohle, so wie der menschliche Körper werden zwischen 4) und 8) eingeschaltet. Für gleichgerichtete

---

([1]) bei schneller Drehung noch etwas darüber hinaus, dann sind nämlich sowohl die Funken als auch die Erschütterungen am lebhaftesten.

ununterbrochene Ströme wurden yy allein angewendet. Die Anordnung bei eingeschaltener Spirale ist für alternirende Ströme in der Figur 7 dargestellt. Will man die Funken des Nebenstromes nicht untersuchen, so fallen die Federn 13) und 14) weg. Für gleichgerichtete Ströme sind dann die Federn yy allein eingeklemmt, die strommessenden Vorrichtungen aber zwischen I und III, nicht zwischen I und II eingeschaltet. Soll der Strom während einer Umdrehung des Ankers vielfach unterbrochen werden, so schleift die Feder 3) auf der Walze w_3.

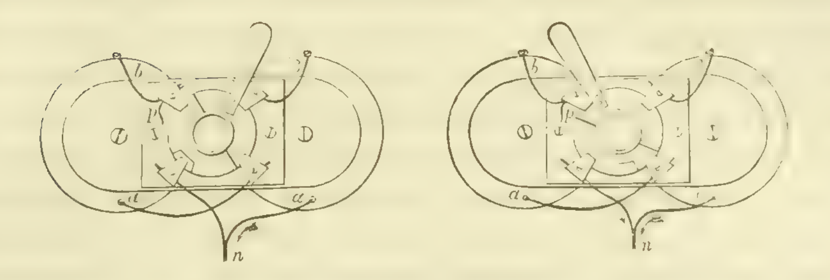
Das Gewicht des umsponnenen Drathes ist 1220 Grammen, die Dicke des unbewickelten etwa $\frac{1}{3}'''$, seine Länge 880'. Die Höhe der cylindrischen Drathrollen beträgt $1\frac{3}{4}$ Zoll, ihr Durchmesser im Lichten $1\frac{1}{4}''$, der der äufsern Umwickelung $2\frac{1}{2}''$. Die eiserne Bodenplatte des Ankers ist 5'' lang, 2'' breit und $\frac{1}{2}''$ dick. Jede der vier Walzen w hat einen Durchmesser von 16''', der aus vier Lamellen bestehende Magnet ist 10'' lang, die Höhe der vier Lamellen beträgt zusammen 22'''. Der innere Abstand der Pole ist 1'', der äufsere $1\frac{3}{4}''$. Die, um das Scheuern der sich kreuzenden Schnur zu vermeiden, etwas vorgeneigte Drehscheibe befindet sich auf der Seite, und kann aus der Bodenplatte der Maschine herausgezogen werden, wodurch die Schnur beliebig gespannt wird. Bei jeder Umdrehung der Scheibe macht der Anker $8\frac{1}{2}$ Umläufe. Der Ständer 8 bis 11 der linken Seite ist 5'' hoch, die Ständer auf der rechten Seite hingegen nur 2'' hoch, wodurch die Seitenansicht des Apparates übersichtlicher wird. Die Entfernung des rotirenden Ankers von dem Magnet wird durch die Schrauben, zwischen welchen die Achse läuft, regulirt.

Die beiden die Schenkel des Ankers umgebenden Drathrollen können auf doppelte Weise verbunden werden, entweder so, dafs die eine die Fortsetzung der andern bildet, oder so, dafs beide mit ihren Anfängen und mit ihren Enden verbunden sind, wo sie eine sogenannte Parallelschliefsung von 440' Länge darstellen. Welche Veränderungen bei einer gegebenen Drathumwickelung in der Intensität des resultirenden Stromes dadurch hervorgebracht werden, hat neuerdings Hr. Lenz [1] näher nachgewiesen. Ist nämlich L der Leitungswiderstand der einen Drathrolle, Λ der Leitungswiderstand der eingeschalteten strommessenden Vorrichtung, so werden bei der Parallelschliefsung dem in der Drathrolle inducirten Strome bei seinem Aus-

---

[1] *Bulletin scientifique de l'Académie de St. Pétersbourg.* IX. p. 78.

tritt aus derselben zwei Wege dargeboten, die strommessende Vorrichtung nämlich und die andre Drathrolle, zwischen welchen er sich im umgekehrten Verhältnifs ihres Leitungswiderstandes theilt. Bezeichnet daher A die elektromotorische Kraft einer Drathrolle, so wird bei der Parallelschliefsung durch die strommessende Vorrichtung ein Strom von der Intensität $\frac{2A}{2\Lambda+L}$, bei der successiven Verbindung hingegen ein Strom von der Intensität $\frac{2A}{\Lambda+2L}$ hindurchgehen. Bietet demnach die strommessende Vorrichtung einen eben so grofsen Leitungswiderstand dar als eine der elektromotorischen Drathrollen, d.h. ist $\Lambda=L$, so ist die parallele Verbindung eben so vortheilhaft als die successive, in diesem Falle also eine Vorrichtung, beide Verbindungen herzustellen, unnöthig. Da man aber an derselben Maschine Versuche mit verschiedenen strommessenden Vorrichtungen anstellen will, und man für jede derselben nicht einen besonders umwickelten Anker haben wird, so ist es vortheilhaft, für grofsen Leitungswiderstand darbietende Strommesser die zweite Combination zu wählen, für geringeren Widerstand darbietende, die erste. Da nun unter den angewendeten Strommessern der menschliche Körper den gröfsten Widerstand darbietet, so wird zum Behufe physiologischer Versuche die successive Verbindung der parallelen vorzuziehen sein, bei dem Glühen eines Platindrathes und von Kohlenspitzen, bei den Funken, welche die Unterbrechung einer kurzen Schliefsung begleiten, bei dem Magnetisiren von weichem Eisen, welches in einer Schliefsungsspirale enthalten ist, hingegen die parallele Verbindung vortheilhafter werden. Welche Combination bei der chemischen Zersetzung zu wählen sei, wird für eine gegebene Drathdicke von dem Abstande der Elektroden des Voltameters von einander und von dem Leitungswiderstande der zu zersetzenden Flüssigkeit abhängen. Die parallele Combination der Drathrollen kann daher mit demselben Rechte physikalisch genannt werden, mit welchem die successive physiologisch genannt wird. Die Vorrichtung, welche die beiden Verbindungen durch Drehung eines Zeigers vermittelt und welche Pachytrop heifsen mag, ist in Figur 7) auf der viereckigen auf den Anker aufgeschraubten Holzplatte weggelassen, um die Zeichnung nicht zu verwirren, dafür aber in dem folgenden Holzschnitt besonders dargestellt, und zwar in der ersten Stellung des drehbaren Zeigers auf der rechten Seite für die successive Verbindung, d.h. für physiologische Wirkung, in der zweiten für parallele Verbindung, d.h. für physikalische Wirkungen.



Die durch einen diametralen Schnitt in zwei gleiche Hälften getheilte Kupferscheibe kann, da diese getrennten Hälften auf einer Holzunterlage festsitzen, vermittelst des Zeigers unter den vier Kupferplättchen gedreht werden, so dafs sich der Zeiger abwechselnd an das links, oder an das rechts befindliche obere Plättchen anlegt. a, b sind die Enden der einen Drathrolle, α, β die der andern, p ist ein Verbindungsdrath an dem Plättchen, unter welchem b eingeklemmt ist, nach der Achse des Ankers und vermittelst derselben zur Walze w_2 (Fig. 7), n ein von dem Plättchen links unten ausgehender Verbindungsdrath nach der Walze w_1, an welcher das Ende α unmittelbar befestigt ist. Das ausgeschnittene Stück ist durch Elfenbein ergänzt. Bei der Stellung des Zeigers rechts in der ersten Figur kommt dieses Elfenbeinplättchen grade unter das Kupferplättchen zu stehen, unter welchem der Verbindungsdrath n eingeklemmt ist, folglich ist nur der Anfang α der rechten Drathrolle mit der Walze w_1 verbunden, das Ende β vermittelst der rechten Hälfte der Kupferscheibe mit dem Anfang a der zweiten Spirale, deren Ende b durch p mit der zweiten Walze w_2 in leitende Verbindung tritt. Diese Verbindung ist also $n\alpha\beta abp$, d.h. beide Drathrollen sind hintereinander verbunden. In der zweiten Figur hingegen ist α durch die sich ohne Berührung kreuzenden Dräthe vermittelst der linken Hälfte der Kupferscheibe mit a verbunden, β durch die rechte Hälfte derselben mit b, die Verbindung ist also $n\left\{\begin{smallmatrix} a & b \\ \alpha & \beta \end{smallmatrix}\right\}p$; die Ströme beider Rollen sind also sowohl bei ihrem Eintritt in dieselben, als bei ihrem Austritt aus denselben mit einander vereinigt.

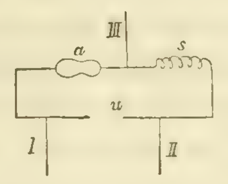
69. Denkt man sich in Figur 7 den Pachytrop auf der Bodenplatte des Ankers befestigt, die Walzen w_3 und w_4 hinweg genommen, eben so die Ständer E, F, G, nebst den von ihnen ausgehenden Federn und die Extraspirale nicht vorhanden, so erhält man die Saxtonsche Maschine in der we-

sentlich verbesserten Construction, welche Hr. Oertling ihr bereits gegeben hat. Zum Behufe der folgenden Versuche habe ich die eben genannten Stücke hinzugefügt. In dieser Form kann dann der Apparat als ein zur Demonstration der Wirkungen des Extracurrent zu Anfang und zu Ende eines primären Stromes sehr bequemer empfohlen werden. Der Ständer E hat den Zweck, die Spirale zur Hervorbringung des Extracurrent einzuschalten. Die Walze w_1 wird durch die nach 5) gehende Feder vermittelst des in 6) eingeklemmten Drathes S mit der Spirale verbunden. Die Verbindung geht dann weiter durch 1) und 3) vermittelst der intermittirenden Feder nach der Walze w_2. Die beiden andern Ständer F und G so wie die Walze w_4 haben nur den Zweck, den Funken des Nebenstromes nachzuweisen und werden erst unter §. 83 zur Sprache kommen. Die nach Art eines Blitzrades oder Mutators construirte Walze w_3 hat 18 Unterbrechungen für die intermittirende Feder 3). Sie dient dazu, das Steigen und Fallen der physiologischen Wirkung während einer ganzen Umdrehung des Ankers fühlbar zu machen. Die Walzen w_1 und w_4 sind isolirt auf die gemeinsame Drehungsachse aufgesetzt, die Walzen w_2 und w_3 hingegen unmittelbar, also in leitender Verbindung mit derselben. Die Spirale SS, welche Extraspirale heifsen mag, bestand, wenn es nicht anders ausdrücklich angegeben wird, aus zwei Rollen gut gefirnifsten umsponnenen Kupferdrathes von 400′ Drathlänge jede, von welchen in der Zeichnung Figur 7) nur eine abgebildet ist. Die Dicke des Drathes ist $\frac{1}{2}$ Linie, die Stärke der Rollen im Lichten 2″ bis $4\frac{3}{4}$″ Länge. Diese beiden Spiralen können gleichartig und kreuzweise verbunden werden. Da diefs bekanntlich auf die Erscheinungen des Extracurrent keinen Einflufs hat, so erhält man durch diese Einrichtung ein einfaches Prüfungsmittel, ob man es mit diesem zu thun habe oder nicht. In die drei Ständer sind Dräthe I, II, III eingeschraubt, von denen je zwei durch den Körper vermittelst Handhaben [1], oder durch ein Voltameter, Galvanometer, wie bereits an-

---

[1] Die bei den gewöhnlichen Saxtonschen Maschinen zur Befestigung der Handhaben angewendeten mit Metall durchflochtenen sogenannten Goldschnüre sind, wenn es sich um Bestimmung der Intensität der physiologischen Wirkung handelt, durchaus zu verwerfen. Die Intensität des Schlages hängt nämlich bei denselben wesentlich von dem Grade ab, in welchem man diese Schnüre anspannt. Spiralförmig gewundene Kupferdräthe, die mit Schrauben festgeklemmt werden, federn hinlänglich und geben immer gleiche Berührung, sind daher anzuwenden.

geführt wurde, geschlossen werden können. Der Apparat ist also nach folgendem Schema angeordnet:



in welchem *a* den umwickelten rotirenden Anker, *s* die Extraspirale, *u* die Unterbrechung vermittelst der intermittirnnden Feder 3) auf der Walze w_2, endlich I, II, III die Zuleitungsdräthe zum Strommesser bezeichnen. Diese letztern gestatten drei verschiedene Verbindungen, nämlich I und II, I und III und II und III. Bei der ersten ist Anker und Extraspirale in der Verbindung, bei der zweiten nur der Anker, bei der letzten nur die Spirale.

70. Es wird nach der detaillirten Beschreibung des Apparates nun leicht sein, sich von dem, was bei der Drehung des Ankers vor sich geht, Rechenschaft zu geben. Während der Rotation des Ankers von 0° bis 90°, d. h. von der horizontalen Stellung vor den Polen des Magneten bis zur lothrechten senkrecht auf die Verbindungslinie derselben, ist der umhüllende Drath desselben vollkommen metallisch geschlossen, da die Feder 3) auf der Walze w_2 Metall berührt. Die sich in dem Drathe steigernde Intensität des primären Stromes *p* entwickelt in der Spirale *s* einen entgegengesetzt fliefsenden Gegenstrom *A*, welcher die Wirkung des primären demnach schwächt. Im Moment der senkrechten Stellung gelangt die Feder 3) auf den Holzeinsatz *u* der Walze w_2, der primäre Strom des Ankers *a* hört auf und es entwickelt sich dann, wenn nämlich die Spirale *s* ein in sich zurücklaufendes Ganze bildet, in derselben ein mit dem primären gleichgerichteter Gegenstrom *E*, der die Wirkung des primären verstärkt. Soll die Bildung dieses zweiten mit dem primären gleichgerichteten Gegenstromes vermieden werden, so mufs im Moment der Öffnung bei *u* die Extraspirale *S* aus der schliefsenden Verbindung heraustreten. Diefs geschieht, wenn I mit III verbunden wird. Schliefst man hingegen I mit II, so erhält man den primären Strom *p* vermindert durch den Einflufs des entgegengesetzt fliefsenden während der Rotation des Ankers von 0° bis 90° sich bildenden Anfangsgegenstromes *A* und vermehrt durch die Wirkung des bei der Öffnung von *u* sich bildenden mit dem primären gleichgerichteten Endgegenstromes *E*. In wel-

chem Sinne hier nun die Endwirkung geschehe, d.h. ob $p - A + E$ gröfser oder kleiner als p, kann beurtheilt werden, wenn man statt der Spirale S eine einen gleichen Leitungswiderstand bietende, aber keine Spirale bildende Drathlänge ([1]) einschaltet. Die Schliefsung durch I und II giebt dann die Wirkung des primären Stromes allein. Schliefst man endlich II und III, so erhält man, wenn S geradlinig ausgespannt ist, gar keine physiologische Wirkung, hingegen, wenn S eine Spirale, einen mit dem primären gleichgerichteten Strom, d.h. die Wirkung des Endgegenstromes allein.

71. Bei eingeschaltetem geraden Drath erhält man also bei physiologischer Prüfung:

bei der Schliefsung I und II den Strom p
\- - - I und III den Strom p
\- - - II und III keinen Strom,

bei eingeschalteter Extraspirale hingegen:

bei der Schliefsung I und II den Strom $p - A + E$
\- - - I und III den Strom $p - A$
\- - - II und III den Strom E.

Dafs man bei der Schliefsung II und III keine physiologische Wirkung erhält, wenn der eingeschaltete Drath ein gerade ausgespannter ist, gilt natürlich nur dann, wenn die Intensität des Magneten nicht zu bedeutend ist. Ist hingegen der bei der Maschine angewendete ein sehr kräftiger, so wird der Einflufs des menschlichen Körpers als Nebenschliefsung auf den Hauptstrom nicht mehr vernachlässigt werden können. Man erhält nämlich für einen sehr starken Magneten, selbst bei continuirlich schleifenden Federn, ohne eingeschaltete Spirale sehr fühlbare Erschütterungen. Diefs war bei der hier beschriebenen Maschine nicht der Fall, denn so kräftig auch die Erschütterungen (bei schnellem Drehen durchaus unerträglich) bei intermittirender Feder waren, so erfolgten doch keine bei ununterbrochen schleifender. Es ist daher erlaubt, den Einflufs des Körpers, so lange er eine Nebenschliefsung bildet (0° bis 90° und 180° bis 270°), hier zu vernachläs-

---

([1]) am bequemsten wendet man dazu einen nach Art der N Striche hin und hergehenden dünnen Neusilberdrath an, oder den von Wheatstone angegebenen, aus einer Holz- und einer Metallschraube, auf welchen sich der Drath auf und abwickelt, bestehenden Widerstandsmesser.

sigen. Dieſs erleichtert die Untersuchung der verwickelten Erscheinungen dieses Gebietes sehr, denn durch das Wegfallen der physiologischen Wirkung bei eingeschaltetem geraden Drath und der Schlieſsung II und III ergiebt sich unmittelbar, daſs die für den spiralförmigen Drath erhaltene kräftige Wirkung nur dem Endgegenstrome E zuzuschreiben ist. Für andre rheoskopische Prüfungen hat dagegen bei der Schlieſsung II und III der Strom p einen gröſsern oder geringern Antheil an den erhaltenen Resultaten.

1. Physiologische Wirkung.

72. Ohne Einschaltung der Spirale erhält man stärkere Erschütterungen, sowohl bei einmaliger als zweimaliger Öffnung (90° oder 90° und 270°), wenn der Zeiger des Pachytrop auf physiologisch gestellt ist, als auf physikalisch. Die folgenden Erscheinungen hingegen zeigen sich sämmtlich viel deutlicher, wenn dieser Zeiger auf physikalisch steht, in welchem Falle der primäre Strom die Eigenschaft hat, weiches Eisen kräftiger zu magnetisiren ([1]).

Schlieſst man I und III ($p - A$) vermittelst der Handhaben durch den menschlichen Körper, so sind die Erschütterungen schwächer bei eingeschalteten Spiralen, als ohne dieselben, wovon der Grund ersichtlich. Diese physiologische Wirkung wird aber noch bedeutend geschwächt durch Hineinlegen von offnen eisernen Drathbündeln und Röhren von Eisenblech in die Spiralen; weniger geschwächt durch Hineinlegen eiserner Drathbündel in geschlossenen Röhren, massiver Stangen von weichem Eisen, weichem und hartem Stahl, Guſseisen und Nickel; bleibt nahe wie bei eingeschalteten leeren Spiralen, wenn die hineingelegten Stangen von Kupfer, Zink, Zinn, Messing, Wismuth, Antimon,

---

([1]) Entfernt man den Magneten der Saxtonschen Maschine und schaltet statt der Extraspirale zwischen S und S eine galvanische Kette ein, so erhält man von den Handhaben I und II und I und III, bei der Rotation des Ankers, den Öffnungsschlag der galvanischen Kette, indem der Anker sich in einen die galvanische Kette schlieſsenden Electromagnet verwandelt, dessen Magnetismus, so wie die intermittirende Feder auf den Holzeinsatz gelangt, verschwindet, und dadurch in den Drathwindungen den Gegenstrom inducirt. Dieser inducirte Strom geht bei der Schlieſsung I und II durch die Kette und den Körper, bei der Schlieſsung I und III nur durch den Körper. II und III giebt, weil der Elektromagnet ausgeschlossen wird, und nur die Kette in der Schlieſsung bleibt, keinen Schlag. Diese Erschütterung war für den gegebenen Anker der Maschine ebenfalls stärker, wenn der Zeiger des Pachytrop auf physikalisch zeigte, als wenn er auf physiologisch wieſs.

überhaupt von sogenannten unmagnetischen Metallen. Alle diese Erscheinungen bleiben dieselben, wenn die Spiralen gleichartig oder alternirend verbunden sind. Die hier angeführten Thatsachen deuten also auf einen Extracurrent, welcher entgegengesetzt gerichtet ist dem primären. Auf diese Wirkung hat es aufserdem keinen Einflufs, ob der primäre Strom ein stets gleich gerichteter oder alternirender ist.

73. Ist aber die beobachtete Schwächung der physiologischen Wirkung einem entgegengesetzt fliefsenden Gegenstrome zuzuschreiben, so mufs diese Schwächung sich in viel geringerem Grade zeigen, wenn man die Extraspirale auf einen ihr parallelen Nebendrath inducirend wirken läfst. Um diefs zu prüfen, wurde zwischen den Drathklemmen 1) und 6) eine engere Extraspirale von 400′ Drathlänge eingeschaltet und auf diese eine Spirale, welche Nebenspirale heifsen mag, von ebenfalls 400′ Drathlänge, aufgeschoben. Lag nun ein eisernes Drathbündel oder eine massive eiserne Stange in der Extraspirale, so waren die Erschütterungen in den Handhaben I und III sehr unbedeutend, so lange die äufsere Nebenspirale nicht geschlossen war, sich also in ihr kein Nebenstrom bilden konnte. So wie hingegen diese Nebenspirale geschlossen wurde, und in ihr der durch beliebige Prüfungsmittel nachweisbare Nebenstrom zu Stande kam, wurden die Erschütterungen in den Handhaben I und III wieder kräftig. Es wurden nun zwischen den Drathklemmen 1) und 6) zwei Extraspiralen, jede von 400′, eingeschaltet und auf jede derselben eine Nebenspirale von ebenfalls 400′ aufgeschoben. Bei kreuzweiser Verbindung dieser Nebenspiralen hoben sich die inducirten Nebenströme auf, nicht aber bei gleichartiger. Die Erschütterungen in den Handhaben I und III waren im ersten Fall viel stärker als im letztern, weil die kreuzweise verbundenen Nebenspiralen sich wie eine geöffnete verhalten.

74. Die bei dem Einschalten der mit Eisen gefüllten Extraspirale eintretende Schwächung hat einen dreifachen Grund. Der in den Drathwindungen des umwickelten Ankers vor dem Öffnen der Feder circulirende Strom durchläuft nun auch die Windungen der Extraspirale, wodurch er einen gröfsern Leitungswiderstand erfährt. Hat die eingeschaltete Spirale, wie es hier der Fall war, dieselbe Drathlänge als die Umwickelung des Ankers, so wird dieser Widerstand, wenn der Zeiger auf physikalisch zeigt, fünfmal gröfser. Die bei dem Öffnen des geschlossenen Kreises eintretende Erschütterung

nimmt also schon merklich ab, selbst wenn der Drath der Spirale geradlinig ausgespannt ist. Nun wirken aber aufserdem die Windungen dieser Spirale inducirend auf einander, ebenso der im hineingelegten Eisen hervortretende Magnetismus. Der dadurch in dem Drathe der Extraspirale hervortretende Anfangsgegenstrom steigert daher die Wirkung des vermehrten Leitungswiderstandes und es ist klar, dafs, da diese Ursachen in gleichem Sinne wirken, eine Vervielfältigung der Extraspiralen diese Wirkung fortwährend steigern wird. Diefs geschieht auch wirklich so auffallend, dafs, als 5 Spiralen von 2000 Fufs Drathlänge zusammen eingeschaltet wurden, durch Hineinlegen von Eisen die Erschütterungen zuletzt fast vollkommen verschwanden.

75. Schliefst man II und III (E), in welchem Falle die leere Extraspirale allein in der Schliefsung bleibt, so erhält man kräftigere Schläge, wenn der Zeiger des Pachytrop auf physikalisch steht als auf physiologisch. Hineinlegen von offnen Drathbündeln und Eisenblechröhren verstärkt den Schlag aufserordentlich. Diese Verstärkung ist geringer durch eiserne Drathbündel in geschlossenen Röhren, massivem Eisen, Stahl, Gufseisen und Nickel. Bei unmagnetischen Metallen war die Veränderung zu unbedeutend, um sagen zu können, in welchem Sinne sie stattfinde. Umgiebt man die ein eisernes Drathbündel enthaltende Extraspirale mit der unter 73) angeführten Nebenspirale, so werden die bei offner Nebenspirale äufserst kräftigen Erschütterungen in den Handhaben II und III sehr geschwächt, so wie diese Nebenspirale metallisch geschlossen wird. Wurden zwei Nebenspiralen auf zwei Extraspiralen geschoben, so waren bei kreuzweiser Verbindung der erstern die Erschütterungen in den Handhaben II und III kräftig, hingegen geschwächt bei gleichartiger, wo der Nebenstrom sich nicht aufhebt.

Aus der Verbindung der unter 72) und 75) erhaltenen Resultate folgt, dafs der Extracurrent zu Anfang in seinen negativen Wirkungen durch dieselben Mittel gesteigert wird als der Extracurrent zu Ende in seinen positiven und dafs in beiden Fällen Drathbündel stärker physiologisch wirken als massives Eisen.

76. Im vierten Abschnitt ist die merkwürdige Erscheinung besprochen worden, dafs die physiologische Wirkung des Nebenstromes der Leyd-

ner Flasche durch Einführung von massivem Eisen in die Schliessungsspirale geschwächt wird, hingegen verstärkt durch Einführung von eisernen Drathbündeln. Diefs wurde dadurch erklärt, dafs die im Eisen durch die Wirkung des Schliefsungsdrathes gleichzeitig hervortretenden Ersheinungen, nämlich magnetische Polarisirung und elektrische Ströme, hier so wirken, dafs der hemmende Einflufs der elektrischen Ströme die verstärkende Wirkung der magnetischen Polarisirung übertrifft und daher das Endresultat bei massivem Eisen eine Schwächung wird, während bei länger dauernden Strömen, z. B. den galvanischen, wo der Magnetismus Zeit hat, sich vollständig zu entwickeln, dessen Wirkung die der elektrischen Ströme überwiegt, und daher eine Verstärkung auch durch massives Eisen bedingt wird. Diese Ansicht, dafs der Nebenstrom der Kleistischen Flasche sich nur durch die Kürze des primären Stroms, welcher ihn hervorruft, von andern inducirten Strömen unterscheide, welche Kürze auf die im Eisen inducirten elektrischen Ströme keinen Einflufs hat, aber den Magnetismus desselben sich nicht vollständig zu entwickeln gestattet, gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn es gelingt, dieselbe Erscheinung auf anderm Wege als durch Reibungselektricität hervorzurufen; diefs kann aber auf folgende Art geschehen:

77. Umgiebt man die Extraspirale mit einer Nebenspirale, so wird, wie wir unter 73) gesehen haben, die physiologische Wirkung jener vermindert. Die Oberfläche eines massiven Eisencylinders wirkt wie eine solche Nebenspirale. Durch Verlängerung des Drathes der Extraspirale wird der primäre Strom geschwächt. Vervielfältigt man nun die Zahl der eingeschalteten Extraspiralen, und legt in jede einen massiven Eisencylinder, so wird der durch die Verlängerung des Drathes geschwächte primäre Strom in diesen Eisencylindern nur einen geringen Magnetismus zu erzeugen vermögen. Nimmt nun die Intensität der von den Windungen der Extraspirale in der Oberfläche des Eisencylinders erregten elektrischen Ströme nicht in demselben, sondern in einem geringeren Grade ab als der durch diese Ströme in der Eisenmasse gleichzeitig erregte Magnetismus, so mufs man bei einer gewissen Anzahl Spiralen durch massives Eisen eine Schwächung statt einer Verstärkung erhalten. Diefs wurde entschieden beobachtet, wenn dem Anker der Maschine fünf Spiralen jede von 400′ hinzugefügt wurden, während eiserne Drathbündel dann die Wirkung eben so entschieden verstärkten.

Diese Erscheinung ist also ganz dieselbe als die bei der Induction durch Maschinenelektricität beobachtete [1].

78. Schliefst man I und II ($p - A + E$), in welchem Falle der Anker und die Extraspirale in der Schliefsung bleiben, so erhält man Erscheinungen, welche eine Combination der bei der Schliefsung I und III ($p - A$) und der bei der Schliefsung II und III (E) beobachteten sind. Schaltet man nur eine oder zwei leere Extraspiralen ein, so sind die Erschütterungen selbst bei langsamer Drehung noch sehr kräftig. Diese grofse Intensität der Schläge macht die Untersuchung, wie hineingelegtes Eisen wirke, daher schwierig. Nun haben wir unter 74) gesehen, dafs bei der Schliefsung I und III ($p - A$) mit Verlängerung des eingeschalteten Drathes, und besonders wenn dieser die Form auf einander folgender Spiralen hat, der resultirende Strom immer schwächer wird, ja bei fünf Spiralen zuletzt fast unmerklich. Wenn nun $p - A$ nahe gleich Null, so wird $p - A + E$ immer mehr die Form von E annehmen. Nun zeigte sich aber unter 77), dafs bei der Schliefsung II und III (E) bei Einschaltung einer Spirale massives Eisen noch verstärkt, hingegen bei fünf Spiralen, in deren jede eine Stange desselben gelegt wird, schwächt, während eiserne Drathbündel auch im letztern Falle noch entschieden verstärken. Ist nun bei der Schliefsung I und II ($p - A + E$) und Einschaltung einer Spirale die Verstärkung des Stromes p durch E vermittelst Eisen gröfser als die Schwächung dieses Stromes p durch A vermittelst desselben Eisens, so wird man überhaupt eine Verstärkung erhalten. Bei Anwendung vieler Spiralen steigert sich die Wirkung des negativen A immer mehr, aber E verhält sich dann auch wie eine negative Gröfse, da die im weichen Eisen inducirten elektrischen Ströme die physiologische Wirkung der Extraspirale mehr schwächen als der in jenen erzeugte Magnetismus sie steigert. Es mufs also dann der resultirende Strom durch Hinzufügen von massivem Eisen ebenfalls geschwächt werden, und die Verstärkung bei einer Spirale mufs durch ein Stadium der Wirkungslosigkeit

---

[1] Es ist mir nicht unwahrscheinlich, ich habe aber keine besondern Versuche darüber angestellt, dafs man ähnliche Versuche mit dem Extracurrent der galvanischen Kette anstellen kann. Bei einer hinlänglichen Anzahl Spiralen müfste man durch Hineinlegen von massivem Eisen eine Schwächung des Öffnungsschlages erhalten, durch Drathbündel hingegen eine Verstärkung.

in eine Schwächung übergehen, wenn die Anzahl der Spiralen allmälig vermehrt wird.

Durch einen sonderbaren Zufall war die Bedingung der Wirkungslosigkeit grade durch die beiden Spiralen erfüllt, welche, wenn es nicht anders ausdrücklich bemerkt ist, bei den Versuchen mit der Saxtonschen Maschine stets die Extraspirale bildeten. Ich erhielt nämlich nur bei dem Hineinlegen von massivem Eisen mit einiger Sicherheit eine Schwächung, bei andern Eisensorten war die Intensität der Erschütterung unverändert. Ich schlofs daraus, dafs also beide Gegenströme *A* und *E* einander fast vollkommen das Gleichgewicht hielten und dafs Hineinlegen von Eisen die beinahe gleiche Verstärkung zweier eine Differenz bildender Gröfsen sei. Als ich aber statt jener beiden weiten Spiralen eine an den Eisencylinder eng anschliefsende wählte, welche der ganzen Länge nach diesen Cylinder umgab, wurde die physiologische Wirkung durch weiches Eisen entschieden und noch mehr durch eiserne Drathbündel verstärkt. Wurde auf diese Extraspirale eine Nebenspirale geschoben, so wurden die Erschütterungen in den Handhaben I und II durch Schliefsen der Nebenspirale merklich vermindert. Ja jene Verstärkung durch Eisen fand noch bei zwei engen Extraspiralen statt. Wurden nämlich auf diese zwei Nebenspiralen gleichartig oder alternirend verbunden aufgeschoben, so waren im erstern Falle die Erschütterungen schwächer als im letztern, alles Beweise dafür, dafs die positive Wirkung von *E* überwiegt über die negative von *A*. Wurden hingegen fünf Spiralen eingeschaltet, so erhielt man, wie bei der Schliefsung II und III, wenn massives Eisen sich in den Spiralen befand, eine Schwächung, waren hingegen Drathbündel darin, eine Verstärkung der Erschütterung.

79. Mit den bisher angeführten übereinstimmende Resultate wurden erhalten, wenn die Öffnung durch die intermittirende Feder 3) nicht im Azimuth 90° sondern bei 45° oder bei alternirenden Strömen im Azimuth 45° und 215° geschah ([1]). Doch zeigte sich bei den Schliefsungen I und II und II

([1]) Die Walze w_2, auf welcher die intermittirende Feder 3) schleift, kann nämlich, so wie w_3 und w_4 gedreht werden, so dafs diese Feder in jedem beliebigen Azimuth sich öffnen kann. Diese Drehbarkeit erreicht man bequem dadurch, dafs man die Zwischenräume der Walzen w_1, w_2, w_3, w_4 mit Holzbekleidungen der Achse ausfüllt, und sie durch eine Feder bei *B* sämmtlich an die erste Walze, welche nicht drehbar ist, anprefst. Diese Feder ist in Fig. 7) nicht abgebildet, ebensowenig die Holzausfüllungen, um deutlicher zu zeigen,

und III, in welchen beiden Fällen der Endgegenstrom mitwirkt, die eigenthümliche Erscheinung, dafs die bei dem Hineinlegen von Eisen in die aus den zwei gewöhnlich angewendeten Spiralen bestehende Extraspirale wahrnehmbaren Stöfse bei schnellem Drehen des Ankers verschwanden, und bei noch schnellerem Drehen wieder eine physiologische Wirkung hervortrat. Diefs möchte in der Annahme eine Erklärung finden, dafs bei langsamen Drehen der aus der Wirkung der Drathwindungen auf einander in der Extraspirale entstehende Strom gleichzeitig sich bildet mit dem durch Verschwinden des Magnetismus des hineingelegten Eisens in diese Windungen inducirten Strome, so dafs also dann die Intensitätsmaxima beider Ströme zusammenfallen. Bei schnellem Drehen blieb hingegen dieser letztere Strom hinter jenem zurück, so dafs bei einer gewissen Drehungsgeschwindigkeit die Maxima desselben auf die Minima des ersten fielen. In diesem Falle würde dann ein Strom von unveränderter Intensität durch den Körper gehen, welwelcher als vollkommen gleich bleibender Reiz nicht empfunden würde, wofür sich bei Froschversuchen entsprechende Erscheinungen finden. Bei noch schnellerem Drehen werden dann wieder durch Zusammenfallen der Maxima Ungleichheiten der Intensität entstehen, welche empfunden werden. Dadurch würde sich auch erklären, dafs diese physiologischen Interferenzerscheinungen nur bei einer bestimmten Eisenmasse in voller Reinheit, nämlich bis zum vollkommenen Verschwinden sich zeigen, und dafs man durch Eisendräthe, deren Menge sich demgemäfs reguliren läfst, sie am leichtesten zu erhalten vermag ([1]).

2. Funken.

80. Da während des vollständigen metallischen Schlusses die Extraspirale und der Anker in den Kreis des Stromes aufgenommen sind, so er-

---

welche Walzen isolirt und welche unmittelbar leitend auf die Achse aufgesetzt sind. Sind die Walzen nicht drehbar, so wird für jedes Azimuth eine intermittirende Feder von bestimmter Länge erfordert.

([1]) Bei allen in dieser Arbeit enthaltenen Bestimmungen der Verstärkung oder Verminderung einer physiologischen Wirkung habe ich mich nie auf mein Urtheil allein verlassen, sondern stets auch das andrer zu Rathe gezogen. Im Verlaufe der oft sehr weitläuftigen Versuchsreihen, welche in der Regel zwei Beobachter gleichzeitig erforderten, habe ich mich der Hülfe der Herren von Wys, Köpp, du Bois und Karsten zu erfreuen gehabt.

hält man hier unmittelbar auf der Walze w_2 den Fall, der bei physiologischen Versuchen durch Schliefsung von I und II bestimmt wird, nämlich $p - A + E$. Weil aber während der Rotation des Ankers von 0° bis 90° das in der Extraspirale befindliche Eisen magnetisirt wird, welcher Magnetismus im Moment des Öffnens nicht sogleich ganz verschwinden kann, so wird die Anwesenheit des Eisens A mehr verstärken als E, der Funken also überhaupt schwächer werden ([1]). Diefs ist nun in so auffallendem Grade der Fall, dafs bei dem Hineinlegen von Eisencylindern in die Spirale der vorher an der Unterbrechungsstelle u der Walze w_2 entstehende glänzende Funke fast vollkommen verlischt. Dafs diese Schwächung des Funkens aber durch einen von der Spirale erzeugten Gegenstrom bewirkt werde, geht daraus hervor, dafs, so wie man II und III metallisch schliefst, der Öffnungsfunke bei u wiederum seinen vollen Glanz erhält, während die Schliefsungen I und II oder I und III natürlich jeden Funken bei u verhindern. Umgiebt man endlich die Extraspirale mit einer ihr aufgeschobenen Nebenspirale, so verstärkt die Schliefsung derselben den Funken bei u bedeutend.

81. Wie unter 78) bereits angeführt wurde, dafs nur bei massiven Eisenstangen eine deutliche Verminderung der Schläge gespürt wird, wo Drathbündel noch eine unverkennbare Steigerung zeigen, so ist auch die Schwä-

---

([1]) Es ist durch viele Beobachtungen sehr wahrscheinlich, dafs ein galvanischer Strom, durch welchen Eisen magnetisirt wird, früher das Maximum seiner Intensität erreicht, als das Eisen das Maximum seiner magnetischen Polarität. Es ist daher nicht unmöglich, dafs wenn der elektrische Strom schon unterbrochen wird, während der Magnetismus des Eisens sich noch steigert, auch nach Unterbrechung des elektrischen Stromes die magnetische Intensität des Eisens noch kurze Zeit zunehme. Denkt man sich im Sinne der Ampèreschen Theorie das Magnetisiren als ein Richten bereits vorhandener, die einzelnen Theilchen umkreisender, elektrischer Ströme, so würde das soviel heifsen, als dafs die in drehender Bewegung begriffenen Elementarströme im Momente, wo die sie bewegende Ursache aufhört, nicht augenblicklich in ihre ursprüngliche Lage zurückkehren, sondern sich noch eine kurze Zeit in dem Sinne der vorigen Bewegung fortbewegen. Bei der Coulombschen Vorstellung würde man für die Elementarströme Elementarmagnete zu setzen haben. So lange nun der Magnetismus sich steigert, wird A im Schliefsungsdrath inducirt, nicht E. Das Eintreten von E würde also durch die Anwesenheit des Eisens weiter hinausgerückt werden, überhaupt also die Entladungsdauer verlängert werden. Alle diese Erscheinungen werden aber nicht stattfinden, wenn der primäre Strom so lange angehalten hat, dafs sowohl er, als der von ihm hervorgerufene Magnetismus, vor der Unterbrechung bereits ihre Maxima erreicht haben und daher stationär geworden sind.

chung des Funkens durch Hineinlegen von massiven Eisenstangen bedeutender als durch Hineinlegen derselben Eisenmasse in Form isolirter Drathbündel, und stärker, wenn das Drathbündel in einer leitenden Hülle (einer Messingröhre) als ohne dieselbe. Alles nämlich was eine Steigerung der Gegenströme bewirkt, wird die Maxima ihrer Intensität der Zeit nach weiter hinausrücken. Dadurch wird also die Wirkung des Anfangsgegenstromes vermehrt, die des Endgegenstromes hingegen vermindert werden. Bei Hineinlegen von unmagnetischen Metallen in die Extraspirale wurde übrigens keine Verminderung des Funkens wahrgenommen, selbst als diese aus fünf verbindenden Spiralen bestand.

82. Aus diesen Thatsachen erklärt sich daher wohl auch, dafs bei einer im Azimuth 135° sich erst öffnenden Feder bei Hineinlegen von Eisen in die Spirale noch eine, freilich sehr schwache, Verminderung der Helligkeit des Funkens erfolgt, und dafs die physiologische Wirkung bei dem Schliefsen von I und II durch den Körper dann ebenfalls etwas vermindert erscheint, obgleich ohne Einschalten der Spirale bei dieser Stellung des Ankers der primäre Strom sein Maximum bereits überschritten haben wird. Im Allgemeinen nämlich wird, an welcher Stelle auch immer im zweiten Quadranten die Unterbrechung erfolgt, der erste Gegenstrom immer längere Zeit durch das eingeführte Eisen verstärkt worden sein als der zweite, der primäre Strom also mehr an Intensität im ersten Quadranten durch den Gegenstrom verloren haben, als er im zweiten bis zur Unterbrechung durch Hineinlegen des Eisens zunimmt. Auch scheint in der That die Intensität des primären Stromes im zweiten Quadranten viel langsamer abzunehmen, als sie im ersten Quadranten zunimmt. Denn sowohl die Funken als die Erschütterungen sind viel lebhafter, wenn die Feder im Azimuth 135° sich öffnet als wenn diefs im Azimuth 45° geschieht. Dafs diefs auch dann stattfindet, wenn gar keine Extraspirale eingeschaltet ist, rührt daher, dafs man in gewissem Sinne die Umwickelung des Ankers selbst mit dem in ihr enthaltenen Eisenkern als ihre eigene Extraspirale ansehen kann.

83. Will man den physiologischen Versuchen, bei welchen der Körper entweder I und III oder II und III schlofs, entsprechende für den Funken anstellen, so mufs eine Vorrichtung vorhanden sein, die metallischen Schliefsungen I und III oder II und III in dem Augenblicke zu öffnen, wo die Feder bei *u* geöffnet wird. Diefs geschah durch Aufsetzen einer mit der

Walze w_2, an welcher u federt, identischen, und zwar von der Axe isolirten vierten Walze w_4 (Fig. 7), auf welcher je zwei der Schliefsungen I und III oder II und III federnd schleifen, eine, nämlich die in 14) des Ständers G eingeklemmte continuirlich, die andre, von 13) des Ständers F ausgehend, intermittirend. Verbindet man nämlich die Klemme 7) mit 12) durch einen in Figur 7 punktirt angedeuteten Drath, und ebenso 15) mit 4) durch einen zweiten Drath, so wird im Moment, wo die von 13) ausgehende Feder auf Holz gelangt, die bisher bestandene Nebenschliefsung II und III geöffnet; verbindet man hingegen 7) mit 12) und 15) mit 8) durch Dräthe, so wird, wenn jene Feder auf Holz gelangt, die bisher bestandene Nebenschliefsung I und II geöffnet.

Hier mufs aber berücksichtigt werden, dafs dieser Fall, so wie der sogleich zu betrachtende der chemischen Zersetzung, doch nicht vollkommen der experimentellen Anordnung bei den physiologischen Versuchen sich vergleichen läfst. Da nämlich der Körper einen bedeutenden Leitungswiderstand darbietet, so konnte sein Einflufs auf den Hauptstrom, so lange er bei geschlossenem u eine Nebenschliefsung bildet, vernachlässigt werden. Diefs ist aber keinesweges der Fall, wenn, wie hier, bei geschlossenem u entweder I und II oder II und III eine ganz metallische Nebenschliefsung bildet, bei welcher das Galvanometer anzeigt, dafs ein grofser Theil des Hauptstroms diesen Weg nimmt. Nun wird man sich aber immer den in der Extraspirale entstehenden Gegenstrom unter dem Bilde eines gröfsern Widerstandes denken können, welchen diese Spirale dem durch den Anker erzeugten primären Strom p entgegensetzt. Hineinlegen von Eisen vermehrt diesen Widerstand, und es wird in diesem Falle also ein gröfserer Theil von p den Weg durch die Nebenschliefsung I und II nehmen, als wenn kein Eisen in der Extraspirale vorhanden ist. Und in der That wird dann auch der Funke hier, nämlich auf der Walze w_4 viel lebhafter, während der bei u auf der Walze w_2 fast erlischt. Für die Schliefsung II und III ist die Verstärkung des Funkens in der Nebenschliefsung auf w_4 nichts Unerwartetes, in so fern da E gesteigert wird. Da bei der getroffenen Einrichtung des Apparates der Öffnungsfunke bei u auf der Walze w_2 und der zwischen I und III, oder II und III auf der Walze w_4 unmittelbar neben einander entstehen, so bildet, wenn Eisen in die Extraspirale gelegt wird, die wachsende Intensität des einen, entsprechend der abnehmenden des andern, ein sehr belehrendes Schauspiel.

3. Chemische Zersetzung.

84. Wird der Strom vermittelst der gespaltenen Federn $y\,y$ in stets gleicher Richtung erhalten und soll das Voltameter unmittelbar in den Kreis dieses Stromes, nicht aber als Nebenschliefsung, aufgenommen werden, so wird die Verbindung bei Einschaltung einer Extraspirale eine andere als ohne dieselbe. Führen nämlich die von 4) und 8) ausgehenden Dräthe I und II nach dem Voltameter, so bildet diefs immer den Schlufs zwischen den beiden Walzen w_1 und w_2 vermittelst der Ständer C und D, da stets nur der eine Arm der Feder eine Walze metallisch berührt, jeder Ständer also auch immer nur mit einer Walze in metallischer Verbindung ist. Schaltet man hingegen das Voltameter zwischen den Dräthen I und III ein, so geht die Verbindung vom Ständer D durch die Extraspirale zum Ständer E und von diesem aus zum Voltameter. Im ersten Falle bestand der Leitungswiderstand aus dem Widerstande des den Anker umhüllenden Drathes und dem der Flüssigkeit zwischen den Electroden des Voltameters. Durch Hinzufügen der gewöhnlichen Extraspirale wird der erste Theil dieses Widerstandes etwa verfünffacht. Dennoch war dann die gesammte erhaltene Gasmenge nur etwa $\frac{1}{5}$ der ohne Extraspirale erhaltenen und bei Hineinlegen von Eisen in Form von Stangen oder Drathbündeln noch viel unbedeutender. Sieht man daher die erhaltene Gasmenge als Maafs der innerhalb einer gegebenen Zeit durch den Drath hindurchgegangenen Electricitätsmenge an, so wird diese in der That vermindert durch die Wirkung der Windungen der Extraspirale auf einander und durch den Magnetismus des von ihr umschlossenen Eisens.

Wendet man statt der gespaltenen Federn $y\,y$ die gewöhnlichen 3), 5), 9) an, so aber, dafs auch 3) ununterbrochen die Walze w_2 metallisch berührt, und schaltet das Voltameter zuerst ohne Spirale unmittelbar statt derselben zwischen 1) und 6) ein, dann mit dieser Spirale ein, wo man es sich in der Mitte des Zuleitungsdrathes S angebracht denken kann, so erhält man für die nun alternirenden Ströme analoge Erscheinungen als die bei gleichgerichteten Strömen eben angeführten.

85. Soll hingegen das Voltameter bei ununterbrochenen Strömen eine Nebenschliefsung bilden, einmal des Ankers und dann der Extraspirale, so mufs es bei gleicher Stellung der Federn 3), 5), 9) einmal zwischen I und

III, dann zwischen II und III eingeschaltet werden. In beiden Fällen wird durch Hineinlegen von Eisen die Wasserzersetzung bedeutend gesteigert. Der sich in die Haupt- und Nebenschliefsung theilende Strom findet also, wenn Eisen in der Extraspirale sich befindet, sowohl in den Windungen dieser Spirale, als auch in den Windungen der den Anker umgebenden Drathrolle gröfsern Widerstand, als wenn die Extraspirale kein Eisen enthält. Bildet hingegen das Voltameter die Nebenschliefsung zu gerade ausgespannten Theilen der Hauptschliefsung, so geht nur ein unbemerkbarer Theil durch dieselbe, denn ist *u* stets metallisch geschlossen und I und II durch das Voltameter, so erfolgt keine Zersetzung. Ganz ähnliche Verhältnisse für I und III zeigen sich, wenn bei *u* im Azimuth 90° oder 90° und 270° geöffnet wird, d.h. wenn das Voltameter, nachdem es eine Zeit lang eine Nebenschliefsung bildete, nun Hauptschliefsung wird. Dann giebt aber auch das Voltameter zwischen I und II bei einmaliger Öffnung im Azimuth 90°, also stets gleichgerichtetem Strome, Gas, und zwar bedeutend mehr bei leeren Spiralen, als wenn Eisen darin liegt.

Die chemischen Wirkungen gehen also parallel den bei den Funken beobachteten Erscheinungen. Auch hier sind die von dem Gegenstrome abhängigen Erscheinungen auffallender, wenn der Zeiger des Pachytrop auf physikalisch steht als auf physiologisch.

86. Endlich kann noch gefragt werden, welche Erscheinungen dann eintreten, wenn der Anfangs in einem metallischen Kreise ohne Nebenschliefsung circulirende Strom, bei der Öffnung dieses Kreises durch das Voltameter geschlossen wird. Es mufs dann in dem Schema, im Moment wo *u* geöffnet wird, I und III oder II und III durch das Voltameter erst geschlossen werden. Diefs erreicht man auf folgende Weise. Angenommen der primäre Strom wird nur einmal im Azimuth 90° unterbrochen und das Voltameter ist zwischen 8) und 15) eingeschaltet. Die Federn 13) und 14) werden auf der Walze w_4 so weit links geneigt ([1]), dafs, wenn die Feder 3) auf Holz gelangt, die Feder 14) auf w_4 Metall berührt und umgekehrt, während

([1]) Der der Walze w_3 zugekehrte Holzeinsatz auf w_4 ist für alternirende Ströme bestimmt, hat daher nur $\frac{1}{6}$ des Umfanges, weil er diametral gegenüber noch einmal vorkommt. Der dem Ende der Achse B zugekehrte Holzeinsatz umfafst hingegen den halben Umfang der Walze.

13) ununterbrochen Metall berührt. Aufserdem ist 7) mit 12) durch einen Querdrath verbunden. So lange 3) auf w_2 Metall berührt, geht die Verbindung von w_3 durch 5), 6), die Spirale und 1), 3) nach w_2, während das Voltameter wegen der Unterbrechung auf w_4 keine Nebenschliefsung bildet. Gelangt aber 3) auf den Holzeinsatz, so ist die Verbindung von w_1 nach w_2 gegeben durch 5), 7), 12), 13), w_4, 15), das Voltameter und 8), 9), also die Spirale ausgeschlossen. Aber man sieht leicht, dafs man doch hier nicht die reine Wirkung von $p - A$ erhält, weil nun während der Rotation des Ankers durch den nächsten Halbkreis das Voltameter wie in §. 84 unmittelbar in den Kreis des Stromes eingeschaltet ist, da der Anker eben in der Verbindung bleibt. Diefs ist nicht der Fall, wenn das Voltameter, statt zwischen I und III, vielmehr zwischen II und III eingeschaltet wird. Hier bleibt die Spirale in der Verbindung und der Anker tritt heraus. Geschieht das Commutiren hier ein wenig zu spät, so erhält man daher gar keine Wirkung, und bei I und III, je nachdem der vorhergehende Strom mitwirkt oder nicht, eine durch Hineinlegen von Eisen in die Spirale veränderliche oder unveränderte Gasmenge. Eine weitere Verfolgung dieser Untersuchung erschien daher nicht rathsam, da die geringste Änderung der Berührungsstelle der Feder auf der Walze hier von erheblichem Einflufs ist.

4. Galvanometer.

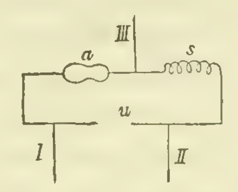
87. Da bei continuirlich schleifenden Federn alternirende Ströme mit einander abwechseln, so erhält man in diesem Falle, selbst wenn das Galvanometer [1] eine Nebenschliefsung bildet, die Erscheinungen der sogenann-

---

[1] Bei galvanometrischen Versuchen mufs die Extraspirale von der Saxtonschen Maschine erheblich entfernt werden. So wie nämlich der rotirende Anker derselben aus der horizontalen Lage vor den Polen des Magneten in die senkrechte Stellung gebracht wird, wirkt der frei werdende Magnetismus des Magneten vertheilend auf das in der Extraspirale befindliche Eisen. Der dadurch in der Spirale inducirte Strom ist bei recht astatischer Galvanometernadel auf sehr erhebliche Entfernungen merklich. Um die Entfernung kennen zu lernen, in welcher dieser störende Einflufs aufhört, braucht man nur die Enden der Extraspirale SS zuerst allein mit dem Galvanometer zu verbinden und dann den Anker zu drehen. Erfolgt dann keine Wirkung, so hat die Spirale die gehörige Entfernung von der Maschine.

ten doppelsinnigen Ablenkung, bei welcher die Nadel in dem Sinne bewegt wird, in welchem sie bereits gegen die Windungen des Galvanometers, ohne von einem Strome bewegt zu sein, gerichtet ist. Etwas Ähnliches findet natürlich statt, wenn bei zweimal unterbrechender Feder (Azimuth 90° und 270°) der Drath des Galvanometers während der Rotation des Ankers durch den zweiten und vierten Quadranten keine Nebenschliefsung, sondern die Hauptschliefsung bildet. In diesem letztern Falle tritt daher die Erscheinung kräftiger hervor.

88. Wird hingegen die intermittirende Feder 3) nur einmal im Azimuth 90° geöffnet, so wird allerdings das Galvanometer ebenfalls von alternirenden Strömen durchflossen, dennoch erhält man nur bei dem zwischen



I und III eingeschalteten Galvanometer doppelsinnige Ablenkung, bei den Schliefsungen I und II und II und III hingegen einen normalen Strom, welcher besonders bei rascher Drehung über den alternirenden überwiegt. Fliefst dieser Strom in dem zwischen II und I eingeschalteten Galvanometer von I nach II, so zeigt das zwischen II und III eingeschaltete Galvanometer einen von III nach II gerichteten, aber mit der Besonderheit, dafs der stätig werdenden Ablenkung bei der ersten Umdrehung ein entgegengesetzter Strom vorausgeht, welchen man auch erhält, wenn man dem Anker, ohne ihn in Rotation zu versetzen, nur eine halbe Umdrehung giebt.

Hierbei mufs nun aber berücksichtigt werden, dafs man auf diesem Wege überhaupt nicht analoge Erscheinungen von denen erhält, welche bei andern Prüfungsmitteln gefunden wurden. Das Eintreten des Endgegenstromes in seiner Energie erfordert, dafs der vorher in einem metallisch geschlossenen Kreise circulirende Strom plötzlich an Intensität bedeutend vermindert werde, sei es nun, dafs, wie bei den Funken, der Kreis wirklich unterbrochen wird, oder dadurch, dafs, wie bei physiologischen und chemischen Wirkungen, eine einen viel gröfseren Leitungswiderstand darbietende Substanz (das Voltameter oder der menschliche Körper) in den sich öffnenden

Kreis eingeschaltet wird. Wird die entstehende Lücke bei u durch ein Galvanometer ausgefüllt (wie bei der Schliefsung I und II), oder bleibt bei der Öffnung durch u der im rotirenden Anker erzeugte Strom doch durch das Galvanometer zwischen I und III geschlossen, so findet überhaupt keine Unterbrechung statt und der Nullpunkt des Stromes wird auf das Azimuth 180° verlegt. Nur bei der Schliefsung II und III wird der Kreis wirklich geöffnet und E kann sich bilden. Dasselbe gilt natürlich, wenn man, um alternirende Ströme zu vermeiden, den Anker nur eine halbe Umdrehung machen läfst.

89. Es wurde nun vermittelst der Federn 13), 14) das Galvanometer erst in dem Moment eingeschaltet, wenn die Feder 3) bei u im Azimuth 90° sich einmal öffnete und der Anker in continuirliche Rotation versetzt. Die Resultate waren folgende:

1. Galvanometer zwischen 8) und 15). Bei der Öffnung tritt die Spirale aus der Verbindung, das Galvanometer in dieselbe. Diefs entspricht also der Schliefsung III und I. Der Strom ging von I nach III, also im Schema von s nach a.
2. Galvanometer zwischen 8) und 4). Es ist zuerst Nebenschliefsung und dann Hauptschliefsung. Sowohl der Anker als die Extraspirale bleiben in der Verbindung. Strom von I nach II, im Schema also ebenfalls von s nach a.
3. Galvanometer zwischen 4) und 15). Bei der Öffnung tritt der Anker aus der Verbindung und das Voltameter tritt in die Verbindung mit der Extraspirale. Strom von 15) nach 4). Diefs entspricht im Schema III nach II. Hier also der Strom ebenfalls von s nach a gerichtet.

Ferner ergab sich, dafs bei gespaltenen Federn die constante Richtung des Stromes, bestimmt an dem in die Schliefsung unmittelbar aufgenommenen Galvanometer, dieselbe ist mit eingeschalteter Spirale als ohne dieselbe, also p gleichgerichtet mit $p - A + E$.

5. Versuche mit dem leeren Drathanker.

90. Obgleich es von vorn herein wahrscheinlich ist, dafs primäre Ströme, welche durch Magnetisiren von weichem Eisen erregt werden, sich

identisch verhalten mit Strömen, welche von einem bewegten Magneten inducirt werden, so schien es doch wünschenswerth, auch diefs empirisch nachzuweisen. Statt des mit Drath umwickelten eisernen Ankers wurde der §. 40 beschriebene leere Anker angewendet. Das Einschalten der Spirale, selbst ohne Eisenkern, bewirkte für diesen hohlen Drathanker genau dieselben Modificationen der physiologischen Wirkung als die unter 72) für den eisernen Anker beschriebenen. Das Ergebnifs ist deswegen wichtig, weil es die Ansicht beseitigt, dafs, um A über E überwiegend zu erhalten, Anwesenheit von Eisen erfordert werde, und weil nun gerechtfertigt erscheint, dafs in der bisherigen Untersuchung die Rückwirkung des Gegenstromes auf den Magnetismus des rotirenden Ankers nicht berücksichtigt worden ist. Auch hat die Form des Eisens, welches inducirend wirkt, keinen Einflufs, denn dieselben Erscheinungen werden erhalten, wenn der Anker der Maschine aus eisernen Drathbündeln besteht.

6. Augenblickliches Eintreten des Funkens bei Unterbrechung der Leitung.

91. Schliefslich verdient eine bei den Untersuchungen mit der Saxtonschen Maschine bemerkte Erscheinung noch eine kurze Erwähnung, weil sie ein Mittel abgiebt die Frage zu beantworten, ob der Funken, welcher bei Unterbrechung eines einen elektrischen Strom leitenden Drathes wahrgenommen wird, im Moment der Unterbrechung erscheint, oder eine mefsbare Zeit nach dieser Unterbrechung. Diese erfolgt bei der Saxtonschen Maschine dann, wenn die schleifende Feder von dem Metall auf Holz gelangt, welches bei einer bestimmten Stellung des Ankers eintritt. Erscheint der Funken im Augenblick der Unterbrechung, so mufs der Anker diese Stellung haben, erscheint er später, so mufs seine Stellung einem späteren Stadium der Rotation entsprechen. Der Unterschied beider Stellungen wird desto gröfser werden, je schneller der Anker sich dreht. Nun scheint aber der Anker, wenn die Maschine im Finstern langsam oder schnell gedreht wird, von den entstehenden Funken beleuchtet, vollkommen in jener ersten Stellung still zu stehen, selbst wenn man ein mit einem Fadenkreuz versehenes Fernrohr auf eine Marke des Ankers einstellt. Es vergeht also keine durch diese Mittel (obgleich sie eine geringere Gröfse als $\frac{1}{1000}$ Secunde messen las-

sen) meſsbare Zeit zwischen Unterbrechung der Leitung und Entstehung des Funkens.

92. Durch die in diesem Abschnitte dargelegten Untersuchungen ist der Beweis geführt worden, daſs die Anwesenheit des Eisens die negativen Wirkungen des Anfangsgegenstromes in gleicher Weise modificirt als die positiven des Endgegenstromes, und daſs beide sich in allen nachweisbaren Eigenschaften genau an die Nebenströme anschlieſsen. Allerdings erstrecken sich diese Untersuchungen nur auf den besondern Fall, daſs der primäre Strom ein magnetoelektrischer ist. Aber diese Ströme scheinen zunächst den einzig zugänglichen Weg zu solchen Untersuchungen darzubieten. Auſserdem würde ohne sie die bei der Induction durch Reibungselektricität beobachtete Thatsache, einer Verstärkung der physiologischen Wirkung durch eiserne Drathbündel, und eine Schwächung durch massives Eisen, ganz ohne Analogie dastehen. In §. 77 dieses Abschnittes gelang es aber, dasselbe Phänomen vermittelst der Saxtonschen Maschine darzustellen. Dieſs scheint dafür zu sprechen, daſs, so wie die Modificationen der Wirkung des Eisens auf die von ihm inducirten Ströme, je nachdem es in Form massiver Stangen oder eiserner Drathbündel angewendet wird, sich zurückführen lassen auf eine Veränderung der Dauer dieser Ströme, so auch der Nebenstrom der Leydner Flasche sich von den durch andre Elektricitätsquellen inducirten Strömen nur durch die Augenblicklichkeit des primären Stromes unterscheidet, welcher ihn hervorruft und durch seine diesem entsprechende kurze Dauer.

93. Aus den Versuchen, welche Faraday ([1]) in der funfzehnten Reihe über die Elektricität des Gymnotus, und aus denen, welche Matteucci ([2]) über die des Zitterrochen angestellt hat, läſst sich schlieſsen, daſs es möglich sein wird, durch den primären Strom derselben Nebenströme von hinlänglicher Stärke zu erhalten, um diese ähnlichen Prüfungen zu unterwerfen, als hier für die Nebenströme andrer Elektricitätsquellen geschehen ist. Wenn der Fisch vermittelst Collectoren durch die innern Spiralen eines Differentialinductors geschlossen würde, so würde sich dann dadurch, daſs ein Drathbündel in der einen Spirale einem massiven Eisencylinder in der andern entgegenwirkt, ermitteln lassen, welchen Einfluſs auf diese Ströme

---

([1]) *Philos. Transact.* for 1839. pt. I.

([2]) *Essai sur les phénomènes électriques des animaux.* Paris 1840. 8.

das Auflösen einer Eisenmasse in Drathbündel hat. Daraus liefse sich dann näher bestimmen, welche Stelle jene Ströme in der Reihe der durch andre Electricitätsquellen bedingten einnehmen. Ordnet man diese nämlich nach der Zeitdauer, in welcher eine gegebene Elektricitätsmenge abgeglichen wird, so möchten sie etwa folgende Reihe bilden:

1. Strom der sich entladenden Leydner Flasche, Gegenstrom derselben, Nebenströme erster und höherer Ordnungen, endlich Ströme inducirt durch eiserne Drathbündel, welche durch eine elektrische Flaschenbatterie elektromagnetisirt wurden. Bei starker physiologischer Wirkung afficiren sie ohne Verzögerung des Stromes die Galvanometernadel nicht.

2. Ströme inducirt durch massives, vermittelst Reibungselektricität magnetisirtes Eisen.

3. Ströme höherer Ordnungen, inducirt durch elektromagnetisirte Drathbündel, wenn der primäre Strom ein galvanischer oder magnetoelektrischer ist. Je niedriger die Ordnung, desto deutlicher tritt die galvanometrische Wirkung hervor.

4. Ströme erster Ordnung durch Drathbündel inducirt, wenn der magnetisirende Strom ein galvanischer, thermoelektrischer oder magnetoelektrischer.

5. Dieselben Ströme durch massives Eisen inducirt.

6. Strom der Saxtonschen Maschine mit leerem Drathanker.

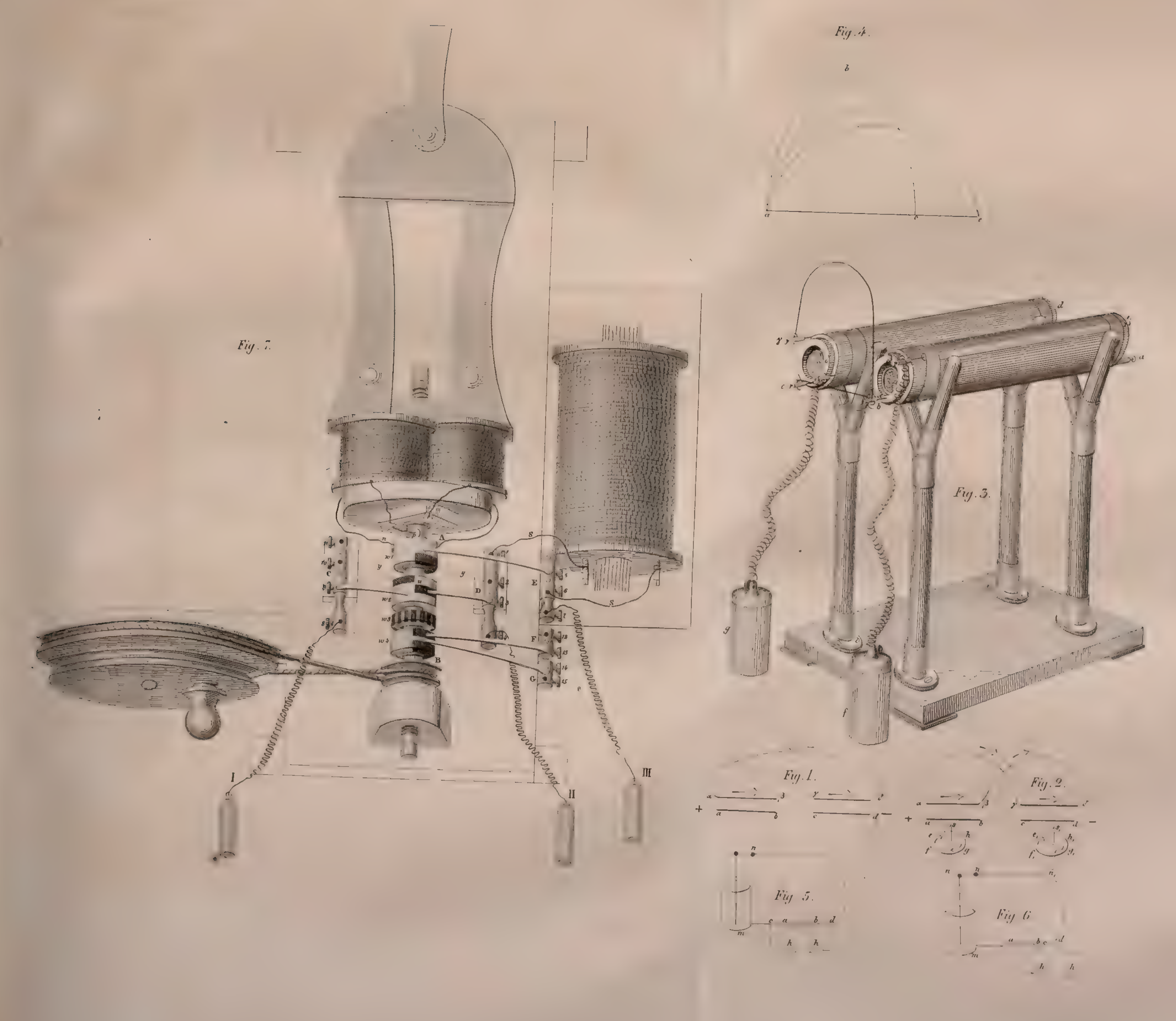
7. Strom derselben mit eisernem, umwickelten Anker.

8. Strom der geschlossenen Thermokette und Hydrokette.

In der Geschichte der Wissenschaft ist das Anfangsglied und Endglied dieser Reihe zuerst bekannt geworden. Sie standen so weit auseinander, dafs man an ihrer Identität zweifelte. Jetzt, wo durch die Inductionserscheinungen eine Menge Mittelglieder gegeben sind, ist die Abstufung so allmählig geworden, dafs irgendwo eine Grenze zu ziehen, eine vollkommene Willkühr sein würde.

Zu Hrn. Dove's Abh. ü. Induction




Fig. 7.
Fig. 4.
Fig. 3.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 5.
Fig. 6.
I
II
III
C.E. Weber sc.



Über

den Bau des *Pentacrinus caput Medusae.*

Von

H^{rn.} MÜLLER.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 30. April 1840 und 13. Mai 1841.]

Erster Abschnitt.

Historische Bemerkungen.

Pentacrinus caput Medusae, die einzige bis jetzt bekannte, noch lebende Art der Gattung *Pentacrinus* wurde zuerst in der Mitte des vorigen Jahrhunderts entdeckt. De Boisjourdain erhielt ein Exemplar desselben auf Martinique von einem Seeofficier, der von Ostindien kam und nicht angeben konnte, in welchem Meere das Thier gefischt worden [1]. Diese unbestimmte Nachricht gab Veranlassung, das Vaterland des *Pentacrinus caput Medusae* nach Ostindien zu versetzen. Es ist indefs sehr wahrscheinlich, dafs in Hinsicht dieses Specimens der Sammlung von De Boisjourdain eine Verwechselung statt gefunden hat und dafs dasselbe von Martinique oder einer andern Insel der kleinen Antillen war, da die übrigen nach Europa gebrachten Exemplare sämmtlich von den kleinen Antillen herrühren. Die ersten Nachrichten von jenem Thier gab nach jenem jetzt im Museum zu Paris befindlichen trocknen Exemplar Guettard in den *Memoires de l'Académie royale des Sciences* vom Jahr 1755 p. 224 und 318. Dieselben enhalten eine in manchen Punkten genaue Zergliederung der Skelettheile des Stengels, der Ranken oder Cirren desselben und der Arme. Der sämmtliche Glieder des Stengels, der Cirren, der Arme und der *Pinnulae* derselben durchziehende Canal, der sogenannte Nahrungscanal, die fünfblätterigen gezähnelten Gelenkfacetten der Stengelglieder und die an der Bauchfläche der Arme und *Pinnulae* befindliche Rinne sind bereits hier beschrie-

[1] Guettard in *Mem. de l'Acad. roy. des Sciences* a. 1755. Paris 1761. p. 224.

ben: aber die Stellung der *Pinnulae* an den Armen und die an den Rändern der Rinne der Arme befindlichen Kalkplättchen sind nicht ganz richtig angegeben und letztere irrthümlich für Saugnäpfe gehalten. Ellis ([1]), welcher ein von Barbados nach England gekommenes Exemplar kurz beschrieb und abbildete, hat zur weitern Kenntnifs dieses Thieres nichts hinzugethan.

Die Ähnlichkeit der Arme des *Pentacrinus caput Medusae* mit Linck's *caput Medusae cinereum* und *brunneum*, ungestielten Crinoiden, wurde schon von Guettard eingesehen. Diese, welche Linné als eine Species betrachtete und *Asterias multiradiata* nannte, gehören dem Genus *Alecto* Leach, *Comatula* Lamarck an. Gleichwohl stellte Lamarck noch im Jahre 1816 die Encrinen unter den Polypen, die Comatulen unter den Echinodermen auf, indem er die Polypen an die *Pinnulae* der Arme versetzte. Schweigger ([2]), welcher die Comatulen näher untersuchte, leuchtete die Ähnlichkeit derselben mit den gestielten Crinoiden ein und er bemerkte, dafs die Encrinen der Gattung *Alecto* Leach, *Comatula* Lamarck zunächst verwandt seien.

Mit grofser Klarheit entwickelt Miller ([3]) die Verwandtschaft der Crinoiden unter einander und ihre Eigenthümlichkeiten in der Klasse der Echinodermen in seinem klassischen Werke über die Crinoiden, welches eine genaue Zergliederung des Skelets des *Pentacrinus caput Medusae* so wie aller damals bekannten Crinoiden enthält. Miller betrachtete die Comatulen als Pentacrinen ohne Stiel.

Die Kenntnisse über die innere Structur der Comatulen waren damals noch sehr mangelhaft. Kaum hatte man durch J. Adams ([4]) die Existenz eines Afters neben dem Munde erfahren. Dieser hatte nämlich bei seiner *Asterias pectinata* (*Alecto europaea* Leach, *Comatula mediterranea* Lam.) zwei Öffnungen an der Scheibe bemerkt, die eine an dem Zusammentreffen der Valveln, die andere seitlich in der gröfsten Valvel. Schweigger hat nur sehr wenig über den Bau dieser Thiere mitgetheilt, worunter dasjenige über den Centralcanal der Arme und die Höhle des Centralstücks des Ske-

---

([1]) *Philos. Transact.* 1761. Vol. 52. p. 1. 1762.

([2]) Beobachtungen auf naturhistorischen Reisen. Berlin 1819, und Handb. der skeletlosen ungegliederten Thiere. Leipzig 1820. p. 528.

([3]) *A natural history of the Crinoidea.* Bristol 1821.

([4]) *Trans. of the Linn. Soc.* Vol. V. London 1800.

lets, von welchem die Arme ausgehen, das bemerkenswertheste ist. Denn die Angaben über die Verdauungsorgane waren noch sehr unvollkommen; Schweigger hatte den Mund in der Mitte der Scheibe übersehen und die seitliche Öffnung für Mund und After zugleich genommen.

Die beiden Öffnungen wurden von Leuckart neuerdings selbstständig wiedergefunden und die mittlere als Mund, die seitliche in eine Röhre verlängerte als After nachgewiesen. In einem 1822 an v. Schlottheim gerichteten Briefe legte derselbe sowohl hierüber als insbesondere über die Verwandtschaft der Pentacrinen und Comatulen lehrreiche Bemerkungen nieder. Hier heifst es, dafs das Genus *Comatula* sich von dem Stiele der Pentacrinen befreit und nur jene kleinen Fortsätze, *Cirri*, an der untern Seite des centralen Skelettheiles behalten habe. Daher sei es bemerkenswerth, dafs gerade der untere Mittelpunkt der *Comatula mediterranea* frei, d. h. ohne diese Fortsätze ist, und dafs sich diese rund um den Mittelpunkt festsetzen (1). Die Verschiedenheit der Mund- und Afteröffnung wurde auch von Meckel (2) beobachtet.

Weitere Mittheilungen über die Anatomie der Comatulen lieferte Heusinger (3). Seine zweite verdienstliche Arbeit über diesen Gegenstand hat den Bau dieser Thiere wesentlich aufgeklärt. Das folgende ist ein Auszug der Ergebnisse dieser Untersuchung der *C. mediterranea* Lam. Die Arme der *Comatula* werden an ihrer Basis durch eine Haut vereinigt, welche, weicher werdend, in die obere Fläche der Scheibe und der Strahlen übergeht, unten setzt sie sich unmittelbar in die kalkigen Theile fort. Von einer fünfseitigen centralen Vertiefung von weifser Farbe, in deren Mitte der Mund, gehen über die rothe Oberfläche 5 weifse Rinnen aus, die sich da, wo sich die Strahlen theilen, ebenfalls theilen, so dafs nach einem jeden Strahle ebenfalls eine solche Rinne läuft, welche in alle Nebenstrahlen sich fortsetzt. Die dunkeln Ränder dieser Rinnen sind nicht gleichmäfsig, sondern gehen in lauter kleine Wärzchen aus, deren Basis schwarzroth ist. Diese franzenartigen Ränder sind äufserst contractil, so dafs das Thier die Rinnen öffnen und schliefsen kann. In einem der 5 Felder erhebt sich die

(1) v. Schlottheim, Nachträge zur Petrefactenkunde. Abth. II. Gotha 1823. p. 48. und Leuckart in Heusinger's Zeitschrift für organ. Physik. III. p. 385.

(2) Meckel's Archiv für Physiologie. 1823. p. 470.

(3) Ebend. 1826. p. 317. und Zeitschrift für organ. Physik. III. 366.

Afterröhre, mit einer in Falten gelegten Afteröffnung, durch welche Koth, Sand, Wasser heraustreten. Schneidet man die Haut im Umfange der Scheibe und von der concaven Fläche der Strahlen ab, so sieht man, daſs ihre untere Fläche glatt und frei ist, man kann sie zurückschlagen bis um den Mund des Thieres, wo sie mit der Bauchhaut verwachsen ist. Man kann dann auch das ganze Thier aus der Kalkscheibe herausnehmen, wenn man nur einen Canal noch durchschneidet. Der Mund führt in eine rundliche Magenhöhle, aus welcher der gewundene Darm entspringt, der sich unter der Afterröhre öffnet. Trennt man das Thier auf die angegebene Art von den Armen und der Haut der Scheibe, so ist der Bauch vollkommen geschlossen von der Bauchhaut, welche nirgends eine Öffnung zeigt, fest und glatt ist. Im lebenden Thier schien zwischen der äuſsern Haut und dieser Bauchhaut Wasser zu sein. Der Magen führt durch eine enge mit Klappe versehene Öffnung in den Darm. Dieser ist ein runder Canal, der hier einen kleinen Blindsack bildet, dann um den ganzen Magen herumläuft, so daſs er etwas mehr als eine Windung macht. Die zwischen Magen und Darm liegende Wand ist verhältniſsmäſsig sehr dick und muſs noch andere Organe enthalten. Die Afterröhre besteht aus einer Fortsetzung der äuſsern Haut, der Darm hört unter ihr auf.

Heusinger beschreibt ferner die Höhle in der Mitte der Kalkscheibe und in dieser ein Centralorgan des Gefäſssystems, welches ringförmig erschien. Aus diesem lieſsen sich 10 Gefäſse verfolgen, von denen 5 in den Zwischenräumen der Strahlen verschwanden, die 5 anderen nach den Canälen der Arme gehen. Ein jedes theilt sich in 2 Äste für 2 Strahlen und aus diesen entspringen dann kleinere Äste für die Nebenstrahlen. Ferner tritt aus dem Centralgefäſs ein anderes Gefäſs gerade herauf in den Körper des Thieres, neben dem Magen gegen den Mund. Wurde die Haut um den Mund vorsichtig abgelöst, so kam Heusinger auf 3-5 Öffnungen, die man aber ohne die Haut wegzunehmen, nie sehen konnte. Eingebrachte Pferdehaare führten in Fächer in der Substanz zwischen Magen und Darm.

Eine genaue Zergliederung des Skelets der *Comatula mediterranea* und *multiradiata* so wie vieler zum Theil neuer fossiler Crinoiden lieferte Goldfuſs in seinem ausgezeichneten Werke über die Petrefacten ([1]).

([1]) *Petrefacta musei reg. univers. Bonnensis.* Düsseldorf 1826.

Die kleinen Tentakeln in den Furchen des Bauchs, der Arme und *Pinnulae* hat Savigny zuerst beobachtet, wie sich aus seinen Abbildungen einer *Comatula* des rothen Meeres (*Alecto Savignii* Nob.) in der *Description de l'Egypte, Echinodermes* ergiebt. Delle Chiaje ([1]) hat diese Tentakeln beschrieben. *Per tutt' i margini delle testè descritte parti prolungasi un vase sanguigno, che in correspondenza del solco ha de' tubolini analoghi á piedi delle altre stelle ed ofiure, nel la banda opposta avendo le respettive ampollette.* Nach der Abbildung scheinen die beiden Tentakelreihen der Furchen, jede mit einem Gefäfs versehen zu sein und diese Gefäfse durch die Breite der Furche getrennt. Es finden sich indefs solche 2 Gefäfse an den Rändern der Furche nicht und unter der Furhe liegt nur ein einziger weiter Canal, welcher aber an den Armen hie und da durch ein dünnes Scheidewändchen getheilt ist. Am Bauch ist der Canal immer einfach. Diese Canäle gehören nicht dem Blutgefäfssystem an.

Delle Chiaje beschreibt aufser dem After und Mund auf der Bauchseite der Scheibe noch eine dritte von einem Kranz von Fühlerchen umgebene Spalte und bildet sie ab. *Nel mezzo del dorso giace l'orifizio della bocca circolare e nel fondo è chiuso da due pezzi membranosi semilunari. Al suo fianco sinistro apparisce l'apertura dell' ano, e nella succesiva aia maggiore vedesi un cerchio con raggi tubulosi e nel mezzo ha un forame bislungo, e forsi per nulla diverso del tubercolo labirintifero delle altre stelle marine.* Diese mit Tentakeln umgebene Spalte habe ich in keinem Falle wiederfinden können. Ohne Zweifel hat dazu das auf den Comatulen lebende Epizoon ([2]), das am Rande mit einem Kranze von Franzen umgeben ist, Ver-

---

([1]) *Memorie sulla storia e notomia degli animali senza vertebre.* Vol. IV. Napoli 1829. p. 19. Tab. LIII. fig. 8-13.

([2]) *Myzostoma cirriferum* Leuck. Der von mir in dem Monatsbericht der Akademie 1841. p. 188 diesem Thiere ertheilte Namen *Cyclocirra Thompsonii* fällt aus. Der Bau des Thierchens ist durch Loven trefflich aufgeklärt. *Kongl. Vetensk. Academ. Handlingar.* Stockholm 1840. Erichson, Archiv für Naturgeschichte 1842. I. p. 306. Alle Indviduen des Thierchens, die ich auf Exemplaren von *Comatula mediterranea* beobachtete, hatten Cirren am Rande. *Myzostoma glabrum*, welches Leuckart als der *Comatula mediterranea* angehörig zuerst beschrieb (Isis 1830. 612.), halte ich für identisch mit dem von ihm später (Froriep's Notizen 1836. N. 1087.) nach einer Notiz von Thompson (Jameson *new Edinb. Phil. Journ.* 1836. 1. 296.) aufgestellten *Myzostoma cirriferum.* Von den Entozoen unterscheiden sich diese Thiere sehr durch ihr schnelles Laufen. Zusatz.

anlassung gegeben. Man trifft es häufig auf der Scheibe und an den Armen der *Alecto europaea* festsitzend an.

Die aufserordentliche Verwandtschaft der Pentacrinen und Comatulen sollte noch durch ein wichtiges Factum der Entwickelungsgeschichte aufgeklärt werden. Die Comatulen sind im Jugendzustande wirklich festsitzende Pentacrinen.

Im Jahr 1827 lernten die Naturforscher die Entdeckung eines ganz kleinen *Pentacrinus* in der Bai von Cork durch John Thompson ([1]) kennen. Es ist das als *Pentacrinus europaeus* anfänglich von ihm beschriebene Thierchen, welches Blainville zum Typus einer Gattung *Phytocrinus* erhob. Das mit seinem Stiel festgewachsene Thierchen ist, wenn ausgewachsen, kaum $\frac{3}{4}$ Zoll hoch. Stiel und Arme bestehen aus kalkigen Gliedern. Die Scheibe besitzt, wie bei *Comatula*, einen mittleren Mund und einen excentrischen After. Die Basis des Stiels, durch welche das Thier an Corallen befestigt ist, besteht in einer etwas convexen runden oder ovalen Scheibe; aus einer Grube in der Mitte ihrer obern Fläche entspringt der Stengel. Diese Basis scheint Thompson derjenige Theil des Thiers zu sein, welcher sich zuerst entwickelt und ausbildet. In einem Fall entsprangen 2 Stiele aus einer Basis. Der fadenartige Stiel besteht in ausgewachsenen Thierchen nur aus etwa 24 Gliedern, die nach oben kürzer werdend sich in Scheibchen verwandeln. Der ganze Stamm ist mit einer feinen Haut bekleidet, durch die alle knöchernen Theile des Thieres zusammen gehalten werden. Das Thierchen besitzt das Vermögen, den Stamm frei nach einer jeden Richtung hinzubeugen und zu neigen und selbst ihn in eine kurze Spirallinie zu drehen.

Vom Stengel des *Pentacrinus* unterscheidet sich dieser Stengel, dafs er keine Verticillen von gegliederten Ranken trägt, mit Ausnahme des obersten Gliedes dicht an dem Körper, wo sich eine einfache Reihe von 5 Cirren befindet, die den Armen gegenüber stehen. Die Basis des Körpers des Thieres ruht auf dem Stengel und besteht aus 5 keilförmigen Platten, deren breitestes Ende sich mit dem ersten Glied der Arme verbindet. Die Arme theilen sich vom zweiten Glied an gabelig, so dafs sie einen Stern von 10 Strahlen

([1]) *Memoir on the Pentacrinus europaeus.* Cork 1827. Heusinger's Zeitschrift für organ. Physik. II. 55. Taf.V.VI.

darstellen. Die Zahl der Glieder an diesen beträgt gegen 24. Ihre Seiten sind alternirend mit den gegliederten *Pinnulae* besetzt und die *Pinnulae* scheinen unter einer starken Vergröfserung selbst wieder abwechselnd mit Wimpern besetzt zu sein. Der Körper des Thieres liegt in der Concavität des Perisoms. Oben zeigt derselbe eine mittlere Öffnung, den Mund. Zwischen den Armen ragen blumenblattähnliche Klappen hervor, die das Vermögen besitzen, sich auszubreiten oder sich zusammenzufalten. Wenn sie geöffnet sind, so erscheinen einige weiche Tentakeln, die in ihrem Bau den Tentakeln der Arme gleich sind (Thompson nannte die *Pinnulae* der Arme Tentakeln). Die Afterröhre liegt wie bei *Comatula.* Die kleinsten Exemplare, welche Thompson beobachtete, waren kaum $\frac{1}{16}$ Zoll hoch. In diesem Stadium gleicht das Thier einer Keule, es ist durch eine ausgebreitete Basis befestigt und läfst aus seiner Spitze einige wenige durchsichtige *Pinnulae* hervortreten. Kein Stück der festen Theile ist sichtbar, als ein unbestimmtes Ansehen des Kelches oder Perisoms. In weiter vorgeschrittenen Exemplaren fangen mit der Verlängerung des Stiels die Glieder an zu erscheinen, die *Pinnulae* treten stärker hervor und auch die Basen der Arme sowohl als die Cirren werden wahrnehmbar, worauf sich die Arme verlängern.

Später hat der Entdecker des *Pentacrinus europaeus* gefunden, dafs dieser nur der Jugendzustand einer *Comatula* ist ([1]). Er trennt sich später von seinem Stiel und ist dann eine *Comatula.* Die Beweise davon sind folgende:

Der junge *Pentacrinus* erhält die dunkeln Punkte an den Fühlerfurchen der Arme, wie sie *Comatula* hat. Die junge *Comatula,* wenn sie frei ist, bekommt bald statt 5 Cirren, einige mehr, z. B. 9. Die Pentacrinen zeigen sich erst zur Zeit, wo die Eier der Comatulen abgehen (Juli) und die Pentacrinen verschwinden wieder im September, der einzigen Zeit, wo man junge Comatulen antrifft.

Einige weitere Beiträge zur Anatomie der Comatulen lieferte 1835 Dujardin ([1]). Derselbe beobachtete die von Savigny und Delle Chiaje

---

([1]) Jameson *new Edinb. Phil. Journ.* 1836. Jan.-April. p. 296.

([1]) *l'Institut journal general* ect. 1835. 119.

gesehenen Tentakeln der Furche der *Pinnulae*, Arme und der Bauchseite der Scheibe genauer und unterschied sie von den rothen Wärzchen, womit die Ränder dieser Furchen aufsen besetzt sind. Diese Fühlerchen, welche Dujardin *tentacula respiratoria* nennt, erregen im Wasser eine Bewegung, welche die Nahrungsstoffe gegen den Mund führt. Die rothen Bläschen oder Wärzchen sondern reichlich einen rothen Saft ab, besonders zur Zeit der Entwickelung der Eier. Dujardin bestätigt die sogenannte Afterröhre in dieser Function, er sah sie Excremente aus Bacillarien u.a. auswerfen. Die weiblichen Geschlechtstheile sind von Dujardin zuerst beobachtet. Sie liegen an einer von der Lage bei den Asterien ganz verschiedenen und für diese Crinoiden characteristischen Stelle, nämlich an den *Pinnulae* der Arme, sind daher in sehr grofser Anzahl vorhanden und bringen die Anschwellungen hervor, welche Miller [1] als eigenthümlich bei seiner *Comatula fimbriata* ansah. Der Verfasser erwähnt auch Kalkplatten, welche in der Dicke der Magenhaut, *membrane stomacale* abgesondert werden sollen, worunter wahrscheinlich eine unregelmäfsige Ossification in der Basis des Eingeweidesacks gemeint ist, da wo derselbe an die Mitte des Kelches angewachsen ist.

Thompson erwähnte in seiner neueren Mittheilung von 1836 ebenfalls der Eierstöcke an den *Pinnulae*. Im Mai und Juni schwellen die unteren Hälften der *Pinnulae* an und im Juli oder schon früher gehen die Eier durch eine runde Öffnung an der äufsern Seite der angeschwollenen *Pinnulae* ab, wo sie noch eine Zeit lang als eine Eiertraube hängen bleiben [2].

Der einzige bis jetzt bekannte *Pentacrinus* der lebenden Welt ist immer noch der *Pentacrinus caput Medusae* von den kleinen Antillen. Das kürzlich von d'Orbigny [3] beschriebene Crinoid *Holopus* gehört jedenfalls nicht zu dieser Abtheilung. Es ist, wenn auch mit einem Stiel festgewachsen, doch ohne Gliederung desselben. Dieser kurze Stiel enthält die Eingeweidehöhle und ist daher dem Kelch eines Crinoids vergleichbar. Ganz abweichend von dem Bau der Comatulen ist, dafs hier kein vom Munde getrennter After sich vorfindet.

---

[1] O. a. O. p. 128. *c.* tab.

[2] Siehe die Abbildung a. a. O.

[3] Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte. 1839. I. p. 185. Taf. V. Fig. 2-7.

Vom *Pentacrinus caput Medusae* sind bis jetzt 7 Exemplare nach Europa gekommen. Es sind folgende:

1. Von Martinique, im Museum zu Paris, es ist das von Guettard beschriebene.
2. Von Barbadoes, im Hunterschen Museum zu London.
3. von Nevis, ehemals im Besitz von J. Tobin, jetzt im *British Museum* und von Miller beschrieben.
4. Von Guadeloupe, in der *geological Society* zu London.
5. Von Barbadoes, im Hunterschen Museum in Glasgow, nach Miller ist es das von Ellis in den *phil. Transact.* 1761. Vol. 52. p. 1. 1762. kurz beschriebene und abgebildete.
6. Von den Dänischen Besitzungen in Westindien, zu Copenhagen.
7. Ebendaher (St. Thomas), in meinem Besitz, von Hrn. Apotheker Meihlenburg in Flensburg erstanden.

Die meisten von diesen sind mehr oder weniger zerstört und verstümmelt und trocken. Die beiden letztern sind in Spiritus aufbewahrt. Das Exemplar zu Copenhagen soll nicht geöffnet sein, an dem unsrigen ist die Krone geöffnet, aber wiewohl alle Weichtheile der Arme vortrefflich erhalten sind, so sind doch leider die Eingeweide der Scheibe verloren und die Bauchseite der Scheibendecke geborsten und gröfstentheils zerstört.

Die Weichtheile des *Pentacrinus* sind bis jetzt nicht bekannt geworden und obwohl man sich von den Comatulen aus einen ohngefähren Begriff von dem Bau ihrer Krone machen konnte, so ist doch auch der Bau der Comatulen nicht vollständig bekannt gewesen und wir haben bisher alle Kenntnisse über den Bau des Stengels der Pentacrinen entbehrt. Unsere Untersuchungen haben nun zur Aufgabe, die Anatomie der Pentacrinen und Comatulen und die Organisation der Crinoiden überhaupt im Vergleich mit den Asteriden vollständiger als es bisher möglich war, aufzuklären ([1]).

([1]) Eine allgemeine Übersicht der durch die Anatomie des *Pentacrinus* und der Comatulen im Vergleich mit den Asterien gewonnenen Resultate, enthält der Monatsbericht der K. Akademie der Wissenschaften. April 1840 und Wiegmann's Archiv 1840. 1. 307.

Zweiter Abschnitt.

Allgemeine Bemerkungen über das Skelet und sein Verhältnifs zu den anderen Gebilden bei den Pentacrinen und Comatulen.

Die Anordnung der Skelettheile bei den Pentacrinen und Comatulen zeigt im Allgemeinen eine sehr grofse Übereinstimmung. Beide unterscheiden sich hauptsächlich nur durch den Bau des Achsentheils. Bei den Comatulen ist der Stengel nur in der Jugend vorhanden und ohne die in Abständen stehenden Wirtel von gegliederten Ranken oder Cirren. Die Ranken der jungen noch gestielten Comatulen befinden sich nur am Ende des Stengels und bei der freien *Comatula* an dem centralen Dorsalstück der Scheibe, an welchem die zu den Armen führenden Radialglieder des Kelches direct befestigt sind und welches daher dem Stengel der *Pentacrinus* vergleichbar ist.

Die Stengelgebilde der Pentacrinen sind ohne alle Muskeln, sowohl die Glieder der Säule als die Cirren oder Ranken. Dasselbe gilt von den Dorsalcirren der Comatulen. Die Ranken sind bei den Comatulen sowohl als Pentacrinen nicht einmal an ihren Befestigungsstellen mit Muskeln versehen. Einige Schriftsteller ([1]) behaupten zwar, dafs die Comatulen die Cirren zum Kriechen benutzen können. Durch die anatomische Untersuchung dieser Gebilde hatte ich bereits die Überzeugung gewonnen, dafs diesen Organen alle thierische Bewegung abgehen müsse, dies hat sich bei den Beobachtungen über die Lebenserscheinungen der Comatulen, die ich an einer sehr grofsen Anzahl von Individuen im frischen lebenskräftigsten Zustande derselben in Triest anstellte, bestätigt. Diese Gebilde sind daher wohl zum Anhängen an Meerespflanzen, Polypenstämme und andere Gegenstände bestimmt, aber das Anheften kann entweder nur zufällig oder, wenn es absichtlich von dem Thiere ausgeführt wird, mittelbar durch die Bewegungen der Arme des Thiers geschehen. Bei den Pentacrinen ist es völlig dem Zufall überlassen, ob und wie sich die Ranken des Stengels an Seepflanzen und Polypenstöcke anheften, bei dem festen Standorte dieser Thiere läfst sich

---

([1]) Leuckart, Heusinger.

zwar ein von dem Wachsthum abhängiges Ranken der Cirren an den Gegenständen, mit denen sie in Berührung kommen, denken, aber dieses wird sich in keiner Weise von dem Ranken der Pflanzen unterscheiden.

Der Stengel der Pentacrinen ist in geringerm Grade biegsam, vermöge der elastischen Interarticularsubstanz zwischen den Gliedern, aber man mufs sich ihn als einen von dem Willen des Thiers ganz unabhängigen Stamm denken, denn nirgend kommt eine Spur eines Muskels an ihm vor. Wenn Miller in seinen Crinoiden von Muskeln spricht, so darf man sich darunter nichts anders als weiche Theile überhaupt vorstellen, denn in diesem Sinne braucht er jenen Ausdruck auch sonst sehr oft. Dieser Stengel der Pentacrinen wird daher nur passiv wie die Stengel der Pflanzen bewegt. Die bewegenden Kräfte des Thiers beschränken sich durchaus auf seine Kronengebilde. Selbst die Mitte der Krone ist durch die Wurzelglieder der Armbasen unbeweglich auf dem Stengel befestigt, so dafs die Mundseite oder Bauchseite der Thiere immer nach oben gekehrt ist, gleichwie auch die freien Comatulen immer die Mundseite nach oben gekehrt schwimmen, und nach jedem Versuch, den man macht, sie umzukehren, in diese Lage zurückkehren.

Die jungen noch gestielten und festsitzenden Comatulen scheinen sich durch die Contractilität ihres Stengels wesentlich von den Pentacrinen im erwachsenen Zustande, wie wir die letzteren allein kennen, zu unterscheiden. Die noch gestielten jungen Comatulen können nach Thompson's Zeugnifs ihren Stengel in jeder Richtung biegen und sogar spiralförmig zusammenziehen.

Wenn ich den Stiel einer jungen *Comatula* mit verdünnter Säure behandelte und das zarte Kalknetz seiner Glieder auflöste, so trat ein den Stengel durchziehender ununterbrochener festerer Strang zum Vorschein, welcher von der thierischen Grundlage der Knochentheile wohl zu unterscheiden ist und welcher den gröfsten Theil der Dicke des Stengels einnahm. Tab. I. fig. 4 stellt einen Theil des Stengels der jungen *Comatula* vor, wie er sich unter dem Mikroskop vor der Behandlung mit Säure ausnimmt, Fig. 6 nach der Behandlung mit Säure. Aber es mufs bezweifelt werden, dafs dieser faserige Strang der Sitz der Contractilität ist. Werden Theile des Stengels des *Pentacrinus caput Medusae* mit Säuren behandelt, so treten zwar auch faserige Stränge hervor, aber diese sind weifse Sehnen oder Bänder

und haben nicht die geringste Ähnlichkeit mit dem bräunlichen Muskelgewebe, wie man es an den Muskeln der Arme wahrnimmt. Thompson hält eine dünne Lage gallertiger Substanz zwischen der Haut und den Knochengliedern der jungen *Comatula* für den Sitz der Contractilität. Diese Schichte sowohl als eine besondere Haut an der Oberfläche der Glieder fehlen den erwachsenen Pentacrinen.

Die Weichtheile liegen theils zwischen den Gliedern, wie die Bänder zwischen allen beweglich verbundenen Knochenstücken, auch die Muskeln zwischen den Gliedern der Arme, theils liegen sie in der Achse der Skeletstücke und diefs betrifft blofs den alle Glieder des Stengels, der Cirren, der Arme und ihrer *Pinnulae* durchziehenden feinen Canal, den sogenannten Nahrungscanal, theils und zwar gröfstentheils liegen sie auf der Bauchseite der Kronengebilde, sowohl am Discus selbst, als an den Armen. Zu diesem Zwecke sind die Basen der Arme zu einem Kelch verbunden und ist die Beugeseite der Arme mit einer tiefen Rinne versehen. Im mittlern Theil des Thiers liegen die Verdauungseingeweide, an den Armgebilden und zwar an den *Pinnulae* liegen die Geschlechtsorgane und zwar so zahlreich als die *Pinnulae* selbst. Die Bauchseite oder der Scheitel der Scheibe ist von Haut bedeckt, welche in den Zwischenräumen der Armbasen oder Kelchradien entspringt, sich über die Bauchseite der Arme und *Pinnulae* fortsetzt, aber nicht die Dorsalseite der Skelettheile bedeckt. Die Skeletbildungen, insbesondre die Glieder der Krone, sowohl des Discus als der Arme, gehören daher der dorsalen Seite an, eine Eigenthümlichkeit, welche die Pentacrinen und Comatulen von den Seesternen wesentlich unterscheidet und für die Crinoiden, im Gegensatz der Asteriden, wie wir später sehen werden, typisch ist.

Der mikroskopische Bau des Skelets verhält sich wie in den andern Familien der Echinodermen. Die Knochen bestehen aus einem Netzwerk von Balken, welche rundliche Lücken zwischen sich haben, die keine geschlossenen Zellenräumchen sind. Tab. I. Fig. 3 von *Pentacrinus caput Medusae*. An vielen Stellen nehmen die Bälkchen die Form eines regelmäfsigen Gitterwerkes an, so dafs man parallele Längs- und Querbälkchen unterscheiden kann. Nach Extraction des Kalksalzes durch verdünnte Säuren bleibt eine thierische gleichgebildete Grundlage zurück, welche an der äufsern Oberfläche ein zusammenhängendes Häutchen bildet. Dieses (der Sitz

der Farbe bei den Comatulen) ist am Stengel und an den freien Seiten der Armglieder im frischen Zustande so innig mit dem Knochen verbunden und selbst verknöchert, dafs es sich nicht isolirt darstellen läfst. Ich erwähne dies ausdrücklich, da Miller von einer äufsern dünnen Haut der Glieder des Stengels spricht.

Alle Skelettheile wachsen an ihren Oberflächen, nicht durch Vergröfserung der Balken und Maschen des Netzwerkes in der ganzen Dicke. Denn bei Exemplaren der jungen noch gestielten *Comatula*, welche ich von Hrn. Gray in London erhielt, waren die Theilchen des Kalknetzes (Tab. I. Fig. 5) eben so grofs als bei den erwachsenen Comatulen.

Die Haut des Scheitels und der Bauchseite der Arme ist bei den Comatulen meistens weich, bei einigen enthält sie mikroskopische Kalktheilchen, in Form von Stäbchen, einfachen oder zertheilten Balken, Anfänge der Ossification. Es sind dieselben Theilchen, welche Hr. Ehrenberg bereits in der weichen äufsern Haut der Holothurien beobachtete. Bei vielen Echinodermen zeigen auch einzelne innere weiche Theile diese Erscheinung und das sind die von Jaeger ([1]) beobachteten Figuren in den Häuten der Lungen und Eierstöcke, welche derselbe den Körperchen im Blut und Saamen der Thiere frageweise verglich. Einige Seesterne, wie *Archaster typicus* Müll. Trosch. haben diese Gebilde auch in den häutigen Wänden der Verdauungsorgane, was alles schon in dem Auszug dieser Untersuchung (Monatsbericht, April 1840) mitgetheilt worden ([2]).

Dritter Abschnitt.

Vom Stengel der Pentacrinen und der verwandten Crinoiden.

1. Von den knöchernen Gebilden des Stengels.

Stengel. Tab. I. Fig. 1. Unser Exemplar von *Pentacrinus caput Medusae* hat bei Armen von 5 Zoll Länge einen Stengel von $2\frac{1}{2}$ Linien

---

([1]) *De Holothuriis.* Turici 1833. 4.

([2]) Vergl. über ähnliche Structur in einigen weichen Theilen der Seeigel Valentin *Anatomie du genre Echinus* 1841. Erdl in Wiegmann's Archiv 1842. 1. p. 45.

Zusatz.

Dicke. An dem 6 Zoll langen Rest des Stengels befinden sich 10 Verticillen von Cirren oder Stengelranken, wovon die untersten gegen 2 Zoll lang, die oberen kleiner und die obersten nur einige Linien lang sind. Die Distanz der Verticillen oder der Rankentragenden Glieder des Stengels nimmt nach oben ab. Der oberste Wirtel befindet sich am dritten Glied des Stengels, der folgende am fünften, der nächste am neunten, der folgende am sechzehnten, an dem unteren Theil des Stengels liegen jedesmal 17-18 Glieder zwischen den Verticillen, oder der Wirtel befindet sich am 18-19 Glied vom nächsten Wirtel.

Die Cirrentragenden Glieder unterscheiden sich von den andern nur durch eine gröſsere Höhe und durch die Facetten für die 5 Cirren.

Am obern Theil des Stengels wechseln höhere und niedrigere Glieder ab, die Glieder haben stärkere Vertiefungen zwischen den 5 stumpfen Kanten des sternförmigen Prisma und an den Verbindungsstellen der Glieder befindet sich grade an der tiefsten Stelle der 5 Einbiegungen eine Vertiefung gleich einem Porus. Gegen den untern Theil des Stengels verlieren sich diese nur scheinbaren Poren ganz, auch werden die Ausschnitte zwischen den 5 stumpfen Kanten des Prisma's immer seichter und die Form des Stengels nähert sich immer mehr und mehr der pentagonalen.

Ferner unterscheiden sich die Näthe oder Gelenke, wo die Glieder aneinander gefügt sind, an dem obern und untern Theil des Stengels; sie sind nämlich am obern Theil des Stengels gesägt und man sieht auſsen sehr gut, wie die Zähne des einen Gliedes in die Vertiefungen des andern eingreifen und umgekehrt. Nach unten werden diese sägenförmigen Näthe immer undeutlicher und verlieren sich an den Kanten zuletzt ganz, so daſs die Grenzlinie zweier Glieder auſsen hier fast gerade erscheint.

Die Gelenkfacetten der Stengelglieder sind bereits von Guettard und Miller beschrieben und abgebildet, auf ihnen zeigt sich eine sternförmige Figur von fünf ovalen Blättern, die in der Mitte, wo der Centralcanal durch den ganzen Stengel geht, zusammenstoſsen. Um jedes dieser Blätter zeigt die Facette des Gliedes erhabene Leisten mit Vertiefungen abwechselnd, welche vom ganzen Rande des Blattes nach auſsen abgehen. In dem Raume zwischen je zwei blattartigen Feldern begegnen sich die hier schief abgehenden Leisten oder Zähne, die von den äuſsern Enden der blattartigen Felder abgehenden zahnartigen Leisten laufen bis zum äuſsern Rande des Gliedes

und sind die Ursache der aufsen sichtbaren gesägten Nath zwischen 2 Gliedern. Der Raum im Innern der Blätter ist von einer fibrösen Substanz eingenommen, welche die Glieder verbindet und welche schon Guettard kannte.

Die Glieder sind sehr fest verbunden und es ist sehr schwer, sie von einander abzulösen, ohne dafs die leistenartigen Zähne der Näthe abspringen. Leicht zerspringen dabei auch die Glieder an andern Stellen als an den Näthen.

Cirren des Stengels. Die Ranken der rankentragenden Glieder des Stengels gehen von den 5 Seiteneinschnitten oder Kehlen des sternförmigen Prisma's des Gliedes ab und sitzen hier an den ihnen bestimmten vertieften Gelenkfacetten. Die gröfsten Cirren am untern Theil des Stengelstücks haben bei 2 Zoll und mehr Länge 36-37 walzenförmige gegen 1 Linie lange und ohngefähr $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$''' breite Glieder. Miller zählte 40 Glieder an den Cirren. Die Basilarglieder der Cirren sind etwas kürzer und gegen $\frac{1}{2}$ Linie lang, an der Basis sind die Cirren nicht ganz walzenförmig, sondern von oben nach unten etwas comprimirt, d. h. breiter als weiterhin, das Endglied ist conisch und hakenförmig umgebogen, besteht aber aus demselben Gefüge wie das ganze Skelet. Eine Biegung zum Ranken erhält schon das Ende der Cirren vor dem Hakengliede.

Die Cirren der oberen Wirtel sind kleiner und um so kleiner, je näher der Krone des Thiers. Die Cirren des obersten Wirtels sind noch nicht eine Linie lang und enthalten nur 4-5 dicht auf einander folgende dünne scheibenförmige Gliederchen. Die Cirren des nächsten Wirtels haben schon 4-5''' Länge und schon 20 kurze Gliederchen. Die äufsersten Glieder der Cirren des zweiten Wirtels gleichen den sparsamen Gliederchen der jungen Cirren des ersten Wirtels, das Endglied ist abgestumpft und gleicht nicht dem langen hakenförmig gekrümmten Endstück der Cirren der folgenden Verticillen. Die Basilarglieder der oberen jungen Cirren sind auch sehr niedrig und niedriger als die mittleren Glieder.

Alle Cirren enthalten einen Centralcanal wie der Stengel, welcher in den rankentragenden Gliedern von dem Canal des Stengels abgegeben wird.

Die Gelenkfacetten der Cirrenglieder, wodurch sie unter sich in Verbindung stehen, beschreibt Miller also: Sie sind von einem erhabenen Saume umgeben, das Innere ist ausgehöhlt in zwei runde Vertiefungen von

ungleicher Gröſse, beide Vertiefungen sind getrennt durch einen queren Riff, der in der Mitte von dem Nahrungscanal durchbohrt ist. Ich finde die Gelenkfläche der unteren breitern deprimirten Glieder von einem queren Riff durchzogen, worin die Centralöffnung. Weiterhin verändert sich die Gelenkfläche, so daſs sie sich der von Miller bezeichneten Figur nähert. Ich sehe immer einen kleinen erhabenen Kreis in der concaven Gelenkfläche, dieser Kreis liegt zwischen dem Rande und der Centralöffnung, oder richtiger der kreisförmige Wulst geht durch die Centralöffnung durch. Der Raum innerhalb des kleinen Kreises ist wieder vertieft. Die Seite des Cirrus, welche dem kleinen Kreis näher liegt, will ich die Rückseite nennen, sie ist die convexe bei der Biegung des Cirrus. Der Raum zwischen zwei Gliedern wird von der Interarticularsubstanz eingenommen. Durch den Wulst, den sie dem ähnlichen Wulst des nächsten Gliedes zuwenden, sind sie in den Stand gesetzt, sich auf einander zu wiegen.

Der Stengel der jungen Comatulen ist ohne Cirren, diese finden sich nur dicht unter dem Kelche.

Die Cirren am Centrodorsalstück oder Knopfe der erwachsenen Comatulen gleichen den Cirren des Stengels der *Pentacrinus* und unterscheiden sich nur durch ihre Stellung, daſs sie den ganzen Umfang des Knopfes dicht besetzen. Am mittlern Theil des Knopfes, wo früher der Stengel festsitzt, fehlen sie meistens in einer gröſsern oder kleinern Ausdehnung, aber bei *Alecto Eschrichtii* Nob. [1] ist die ganze Oberfläche des halbkugelförmigen Knopfes mit Cirren besetzt. Bei mehreren Comatulen, wie *Alecto palmata, A. Savignii* und *elongata* Nob. entwickelt sich an den letzten Gliedern ein spornartiger Fortsatz an der innern Seite, der bei *A. europaea* nur am letzten Gliede, auſser dem Haken, vorkommt.

Basilartheil der Krone. Der Basilartheil der Krone, Miller's *Pelvis*, ist ein metamorphosirtes Glied des Stengels. Es besteht aus 5 Stükken, die man als zerfallene Theile der 5 Blätter des sternförmigen Prisma's der Stengelglieder ansehen kann, welche daher auch den Centralcanal des Stengels nicht in sich aufnehmen können, vielmehr diesen zwischen sich haben. Sie entsprechen äuſserlich am Stengel den Ecken des Pentagons oder

---

[1] Die neuen Arten der Comatulen sind im Monatsbericht der Akademie der Wissenschaften 1841. p. 179 und in Wiegmann's Archiv 1841. 1. 139. beschrieben.

sternförmigen Durchschnittes des Stengels. Die Glieder der Kelchradien, welche sich in die Arme fortsetzen, liegen nicht in der Fortsetzung dieser Basilaria oder Beckenstücke, sondern stützen sich auf zwei Basilaria an den Stellen, welche den Kehlen des Stengels entsprechen und verhalten sich also in dieser Hinsicht, wie die Cirren des Stengels selbst, daher die Basilarstücke zwischen Stengel und Krone mit den Kelchradien alterniren.

2. Von der Verbindung der Stengel- und Rankenglieder.

Sehnen, welche den ganzen Stengel durchziehen. Der ganze Stengel des *Pentacrinus caput Medusae* ist nach unsern Beobachtungen von 5 Sehnen durchzogen, welche symmetrisch im Stengel vertheilt sind und jede einen elliptischen Querdurchschnitt darbieten. Sie werden bei der gewaltsamen Trennung der Glieder des Stengels zerrissen und sind die Ursache der fünfblätterigen Figur, die man auf den Gelenkfacetten der Stengelglieder wahrnimmt. Innerhalb der Glieder selbst sind diese Sehnen nicht blofs von Knochensubstanz ganz eingeschlossen, sondern diese durchzieht auch die Zwischenräumchen der Faserbündel jener Sehnen, so dafs man auf den Längsdurchschnitten des Stengels das Durchgehen der Sehnen nur undeutlich sieht. Zwischen den Gliedern sind die Sehnen frei von Kalktheilchen und so weit sie hier frei sind, stellen sie Verbindungsbänder der Glieder dar. An feinen Durchschnitten des Stengels sieht man das Verhältnifs der sehnigen Fäden zur Ossification sehr schön unter dem Mikroskop. Die sehnigen Fäden selbst ossificiren nicht, sie stecken nur in dem Gitterwerk des Kalknetzes, welches hier eine sehr regelmäfsige Structur hat. Es bildet nämlich Längsbalken, die mit den Sehnenfäden parallel laufen und Querbalken, die sehr regelmäfsig parallel, über und um die Sehnenfäden verlaufen, nicht selten sieht man einzelne knotige Stäbchen, die nicht durch Querbälkchen mit einander verbunden sind und die zuweilen wie gegliedert aussehen. Ebenso kommen auch ganz kurze isolirte Querbälkchen auf und zwischen den Sehnenfäden zum Vorschein, die aber beim Abschneiden von Längsbalken abgebrochen sein können. Hat man das Kalknetz durch verdünnte Säure ausgezogen, so bleiben innerhalb der zarten thierischen Grundlage des Skelets, welche noch die Form behält, die Sehnen als ununterbrochene Stränge zurück und man sieht durchaus keinen Unterschied derjenigen Theile, welche in der Substanz der Glieder lagen und derjenigen, welche die Verbindungen

der Glieder bewerkstelligen. Tab. IV. Fig. 1 ist ein Stück einer der Längssehnen, wie es sich ohne Vergröfserung darstellt. Ebend. Fig. 2 die Fasern derselben bei 450 maliger Vergröfserung abgebildet. Die Substanz der Sehnen besteht aus einem weifsen, dem Sehnengewebe der höhern Thiere ganz ähnlichen sehr cohärenten fibrösen Körper, dessen primitive Fäden sich auch ebenso verhalten. Mit den gelbbräulichen Muskeln, wie sie an den Armen des *Pentacrinus* vorkommen, hat diese Masse nicht die geringste Ähnlichkeit. In den Cirren, Armen und *Pinnulae* fehlen diese continuirlichen Sehnen, vielmehr kommen daselbst nur Bänder zwischen den Gliedern vor.

Elastische Interarticularsubstanz. Aufser den 5 Sehnen des Stengels, welche zwischen je zwei Gliedern die Bänder zu ihrer Verbindung bilden, sind diese noch durch eine zweite Substanz verbunden. Sie nimmt den ganzen übrigen Raum zwischen je zwei Gliedern ein, liegt also zwischen den zahnartigen ineinandergreifenden Rippen je zweier Glieder. Diese Substanz ist elastisch und unterscheidet sich hiedurch wie durch ihre Structur völlig von dem Gewebe der sehnigen Bänder. Sie ist auf das innigste mit den einander zugewandten Flächen zweier Glieder verbunden und setzt sich in die ossificirte Oberfläche der Glieder selbst eine kurze Strecke fort, nur zwischen je zwei Wirbeln in der gezahnten Nath ist sie weich. Von diesem Verhalten überzeugt man sich, wenn man ein Stück des Stengels, aus mehreren Gliedern bestehend, in verdünnte Säuren legt und das Kalksalz auflöst. Dann bleibt diese Interarticularsubstanz übrig und erscheint wie ein die Sehnen umgebendes krausenartig gefaltetes sehr dickes häutiges Gebilde. Tab. IV. Fig. 3. Diese Falten haben namentlich in der Nähe der Sehnen eine ansehnliche Höhe. Leicht kann man die krausenartige Interarticularsubstanz, welche nun in bestimmten Abständen die Sehnen umgiebt, an den Sehnen ablösen. Tab. IV. Fig. 4.

Diese Interarticularsubstanz hat die Neigung, wenn man die Falten auseinanderzieht, sich wieder zu falten und besitzt eine grofse Elasticität in dieser Richtung. In einer auf die Gelenkflächen der Glieder senkrechten Richtung läfst sich dies Gewebe nicht verlängern, dagegen dehnt es sich, wenn es in dieser Richtung zusammengedrückt worden, beim Nachlafs des Druckes von selbst wieder aus. Die Elasticität desselben besteht also in der Zusammenziehungsfähigkeit nach seitlicher Ausdehnung und in der Ausdehnungsfähigkeit nach senkrechter Zusammendrückung. Dies Verhalten rührt

von einer sehr eigenthümlichen und höchst regelmäfsigen Structur her, wovon bisher aus den thierischen Structuren kein Beispiel bekannt geworden ist.

Untersucht man senkrechte Durchschnitte dieser Substanz unter dem Mikroskop, so sieht man alsobald, dafs dieselbe aus lauter senkrecht stehenden Fasersäulchen besteht, die durch Reihen bogenförmiger Schlingen einfacher Fasern verbunden sind. Dies wird sehr deutlich, wenn man die senkrechten Faserbündel von einander zieht. Sobald der Zug nachläfst, nähern sich die Säulchen einander wieder und dieses geschieht durch bogenförmige Schlingen, welche mit den regelmäfsigsten Arkaden in ganz gleichen Abständen aus einem Fasersäulchen in das andere übergehen. Tab. IV. Fig. 5.

Jede Arkade wird nur aus einer einzigen glatten primitiven Faser von ungemeiner Feinheit gebildet, deren Schenkel sich in die Fasersäulchen verlieren. Merkwürdig ist ferner, dafs die Arkaden in der obern und untern Hälfte der Dicke der Interarticularsubstanz entgegengesetzt sind, die obern Arkaden sind nach oben, die untern nach unten convex. In der Mitte zwischen den zwei Ordnungen der Faserarkaden bleibt eine etwas gröfsere unausgefüllte Lücke. Die Zahl der in regelmäfsigen Abständen übereinander ausgespannten Arkaden beträgt 8-10 auf der obern und eben so viel auf der untern Hälfte der Dicke der Membran.

Das Verhalten der Bogenschenkel in den senkrechten Fasersäulchen läfst sich nicht direct aufklären; denn der Versuch, die Fasersäulchen selbst in Beziehung auf ihren Zusammenhang mit den Bogen zu zergliedern, mislingt. Beim Zerlegen der Fasersäulchen überzeugt man sich nur, dafs diese Säulchen nichts anders sind, als die Bündel aller Fasern, welche in den Arkaden sich entwickeln. Bei der weiter versuchten Isolirung der Fasern in den Säulchen verschieben sich die Arkaden, und die so wunderbar regelmäfsige Figur wird verwirrt und unentwirrbar.

Das Verhältnifs der Faserarkaden zu den Säulchen der Fasern kann hypothetisch auf dreifache Weise vorgestellt werden. Entweder gehören jedesmal 2 entgegengesetzte Arkaden zusammen und sind Bogenschenkel einer in sich selbst geschlossenen Schleife, mögen nun diese Schleifen alle gleich lang sein oder an Länge allmählig abnehmen. Im ersten Falle gehört die äufserste obere Arkade zur ersten, d. h. der Mitte nächsten untern Arkade, die zweit äufserste obere zur zweiten untern unter der Mitte u. s. w.

Siehe Tab. V. Fig. 1. Im zweiten Fall gehören die äufserste obere und untere Arkade zusammen, die innerste obere und untere u.s.w. Tab. V. Fig. 2.

Eine zweite Erklärung wäre die, dafs jede senkrechte Reihe oberer und unterer Arkaden aus den Windungen einer einzigen Faser entsteht, wobei 2 Fälle denkbar sind, einmal, dafs die Windung von der äufsersten obern zur äufsersten untern, von da zur nächst äufsersten obern und dann zur nächst äufsersten untern geht, bis die innerste obere sich zuletzt zur innersten unteren wendete. Tab.V. Fig. 3. Oder im zweiten Fall, dafs die äufserste obere sich zur innersten unteren wendete und die Windungen in dem Maafs, als sie in der obern Hälfte, ebenso in der untern Hälfte von oben nach unten steigen. Tab.V. Fig. 4.

Eine dritte Ansicht ist diese. Die Fasern gehören nicht geschlossenen in sich zurücklaufenden Schleifen an, welche mit ihrer Längsachse in der Dicke der Interarticularsubstanz stehen, sondern die Faser einer Arkade biegt aus einer obern in eine entgegengesetzte untere Arkade der nächsten senkrechten Arkadenreihe um, so dafs sie wellenförmig durch viele Arkaden und durch viele Fasersäulchen continuirlich fortgeht, und zwar, dafs ihr in den Fasersäulchen liegender Theil aufserordentlich viel länger ist als der in jeder Arkade.

Hier sind wieder 2 Fälle denkbar. Entweder wendet sich die Faser der obersten Arkade einer Reihe zur untersten Arkade der nächsten Reihe und dann wieder zur obersten der dritten Reihe, die zweite oberste einer Reihe hängt wieder mit der zweiten untersten der zweiten Reihe und der zweiten obersten der dritten Reihe zusammen. Dann werden die Fasern der äufsersten Arkaden am längsten in den Fasersäulchen verlaufen, hingegen wird der Verlauf der Fasern in den Fasersäulchen um so kürzer werden, je näher die Bogen der Mitte zwischen den obern und untern Arkaden kommen. Tab.V. Fig. 5. Oder der Verlauf der Fasern in den Fasersäulchen ist für alle Arkaden gleich lang, dann gehört die äufserste obere Arkade einer senkrechten Arkadenreihe zur innersten untern Arkade der nächsten Reihe. Tab.V. Fig. 6.

Ich halte die dritte Ansicht für die wahrscheinlichste, dafs nämlich die Faser einer obern Arkade in die entgegengesetzte untere Arkade nicht derselben senkrechten Arkadenreihe, sondern der nächstliegenden senkrechten Reihe umbiegt, und dafs die Fasern wellenförmig fortgehen, auch ist es

wahrscheinlicher, dafs die Wellen niedriger werden, je näher sie der Mitte zwischen der obern und untern Hälfte der Interarticularsubstanz kommen, denn bei dieser Vorstellung läfst sich am leichtesten die Bildung neuer Fasern begreifen, die ohne Zweifel in dem mittlern nicht ossificirten Theil der elastischen Interarticularsubstanz von sich gehen mufs.

Aus dem beschriebenen Bau ist klar, warum die elastische Substanz beim Zug in einer auf die Flächen der Interarticularsubstanz senkrechten Richtung nicht nachgiebt, dagegen zusammengedrückt, sich von selbst wieder ausdehnt; denn die Fasersäulchen lassen sich nicht verlängern und strekken sich wieder, wenn sie durch Druck gebogen werden. Ebenso ist klar, warum die Substanz, in die Quere gezogen, sich weit ausdehnen läfst, beim Nachlafs des Zuges aber von selbst sich wieder zusammenzieht; denn beim Zug in die Quere werden die Faserarkaden gestreckt und beim Nachlafs des Zuges kehren sie in ihre Lagen wieder zurück. Hieraus ergiebt sich auch, dafs die Elasticität der Interarticularsubstanz nicht von einer Fähigkeit der Fasern abhängt sich durch Zug zu verdünnen und zu verlängen, und im entgegengesetzten Fall sich zu verkürzen, sondern bedingt ist durch ihre Fähigkeit, ihre respectiven Lagen durch Druck und Zug zu verändern, beim Nachlafs derselben aber in ihre natürlichen Lagen zurückzukehren.

Auch die Glieder der Cirren des Stengels sind durch eine ganz gleiche elastische Interarticularsubstanz verbunden, welche sich von derjenigen des Stengels selbst nur unterscheidet, dafs sie keine krausenartigen Falten an ihren Oberflächen zeigt. Ein grofser Theil der Masse der Cirrenglieder besteht sogar aus dieser Substanz, wie man sieht, wenn man die Cirren von ihrem Kalknetze durch verdünnte Säuren befreit. Es bleiben dann, den Gelenkstellen entsprechend, dicke elastische Kissen mit convexen Oberflächen übrig, welche in der Mitte von dem Centralcanal der Ranken durchbohrt sind. Tab. IV. Fig. 6. Diese Kissen sind an zwei Stellen niedriger, an zwei Stellen höher, wie Tab. IV. Fig. 7 auf dem senkrechten Durchschnitt zu sehen ist.

Der obere und untere Theil der elastischen Körper sind in die ossificirten Enden zweier verbundener Glieder eingewebt und bleibt nur die zwischen beiden Gliedern liegende dünne Schicht von dem Skelet frei.

Auf senkrechten Durchschnitten dieser Ballen sieht man sogleich wieder die senkrechten Fasersäulchen und die sie verbindenden Faserarkaden.

Auf solchen Durchschnitten erscheint dem blofsen Auge in der Mitte der Dicke der Massen eine quere Linie. Tab. IV. Fig. 7. Diese rührt jedoch nicht von einer Theilung oder Membran her, sondern von einer Biegung, welche die Fasersäulchen hier machen, indem sie aus ihrem obern in ihren untern Theil übergehen. Jene Linie ist daher ein optischer Ausdruck der Biegungen aller Fasersäulchen.

3. Vom Centralcanal des Stengels und der Cirren.

Durch die Achse des Stengels geht der bereits von Guettard beschriebene Centralcanal, der in den rankenden Gliedern des Stengels 5 Äste für die Cirren abgiebt, an der Krone aber sich in eben so viele Äste für die Radien des Kelches und ihre Fortsetzung, die Arme, theilt. In dem Canal, welcher in den Skelettheilen ausgegraben ist, liegt die eigentliche häutige Röhre, welche sich überall leicht aus den Gliedern ausziehen läftt. Der Zweck dieses Canals ist offenbar Verbreitung der Säfte durch die Skelettheile, hiedurch erhalten sie ohne Zweifel die Stoffe, die zur Erhaltung und Neubildung der Skelettheile nothwendig sind, denn immer fort entstehen am obern Theil des Stengels neue Glieder, sowohl einfache als rankentragende, und also neue Ranken. Vielleicht giebt diese Röhre feinere Zweige in die Skelettheile ab, aber ich habe an der Röhre, wie sie sich aus den Gliedern hervorziehen läfst, weder frisch, noch nach Ausziehen des Kalksatzes Spuren abgerissener Äste wahrgenommen. Aufsen wird dieser dünne deutlich hohle Strang von einer Schichte von Körnchen, Zellen mit Kernen, bedeckt, darauf folgt nach innen eine dicke Schichte von Längsfasern, am innersten scheinen Cirkelfasern zu liegen.

4. Von der Bildung neuer Glieder des Stengels.

Über die Bildung der neuen Glieder habe ich am obern Theil des Stengels vollkommnen Aufschlufs erhalten. Die Glieder des Stengels haben an seinem untern Theil eine gleiche Höhe, nach oben gegen die Krone werden sie nicht blofs niedriger, sondern auch ungleich hoch, so dafs meist ein kleines, d.h. minder hohes Glied mit einem höhern abwechselt. Die an Höhe gleichen Glieder des untern Theils des Stengels sind ausgewachsen, die Glieder des obern Theils des Stengels hingegen sind im Wachsthum begriffen und die niedrigen Glieder zwischen den höhern sind die zuletzt ge-

bildeten. Nämlich die neuen Glieder entstehen nicht etwa blofs an der Stelle, wo der Stengel mit der Krone in Verbindung steht, sondern am ganzen obersten Theil des Stengels zwischen je zwei schon vorhandenen Gliedern. Davon kann man sich auf folgende Weise überzeugen.

Betrachtet man den obern Theil des Stengels nahe der Scheibe genau mit der Loupe, so sieht man an der Verbindungsstelle zweier Glieder, die an den jungen Gliedern immer gezähnelt ist, in der gezahnten Nath einen feinen Streifen von neuer fester Substanz, von derselben Härte und derselben Bildung wie an allen Skelettheilen. Die Nath gewinnt gleichsam Körper. An der Verbindungsstelle anderer Glieder sieht man diesen Streifen schon so verdickt, dafs man ihn als junges Glied sogleich erkennt, welches sich in der gezahnten Verbindung zweier Glieder entwickelt hat und selbst gezahnt ist. Tab. I. Fig. 2. Noch weiter hinab sieht man, dafs diese jungen Glieder es sind, welche die Ungleichheit und das Alterniren höherer und niedrigerer Glieder verursachen. Tab. I. Fig. 1. Am weitern Theil des Stengels unter den 8 ersten Wirteln von Ranken haben sich diese Unterschiede ausgeglichen und hier entstehen keine neuen Glieder mehr, die jüngern aber sind ausgewachsen und den ältern gleich geworden. In dem Maafs als dies geschieht, verliert auch die gezahnte Nath an der Verbindungsstelle der Glieder aufsen ihr gezähntes Ansehen und wird mehr gerade. Die krausenartig gefaltete Interarticularsubstanz ist zwar auch hier vorhanden, aber der peripherische Theil der Falten hat sich mehr geebnet.

Der Umstand, dafs am untern Theil des Stengels keine neuen Glieder mehr entstehen, ist auch die Ursache, dafs hier die cirrentragenden Glieder gleich weit von einander entfernt sind, indem meist gegen 18 Glieder zwischen ihnen liegen. Am obern Theil des Stengels liegen die cirrentragenden Glieder einander näher und am obersten Theil am nächsten, so dafs sie dicht unter der Krone dicht aufeinander folgen. Überall, wo die cirrentragenden Glieder um weniger als 17-18 Glieder von einander entfernt sind, bilden sich noch neue Glieder, denn hier findet man immer jüngere Interpolationen vor.

Da die Glieder zunächst unter der Scheibe hinter einander cirrentragend sind, so mufs man an dieser Stelle die Bildung der cirrentragenden Glieder suchen. An ihnen sind auch die Cirren am kleinsten und bestehen aus ganz kurzen, von wenigen Gliederchen zusammengesetzten Fortsätzen.

Bei *Encrinus*, wo die rankentragenden Glieder des Stengels durch Glieder von gröfserer Breite ohne Ranken ersetzt sind, entstehen die neuen Glieder auch durch Interpolation. Denn diese breiteren Glieder haben am untern Theil des Stengels gröfsere, am obern kleinere Abstände und sind hier durch wenige Glieder getrennt. Auch mufs die Bildung der Aequivalente der Wirtel, oder der breiteren Glieder zunächst unter der Krone gesucht werden.

Da die Nath zwischen zweien Gliedern des *Pentacrinus* von der eigenthümlichen Interarticularsubstanz ausgefüllt wird, das neue Glied aber eben die Nath auseinander treibt, so mufs die Interarticularsubstanz mit den 5 Sehnen der Sitz der Bildung der neuen Glieder durch Entwickelung des Knochengewebes sein, wobei dann jedesmal die Interarticularsubstanz und die 5 Sehnen an den Stellen, wo die Lamelle des neuen Gliedes die zwei alten berührt, ihre weiche Beschaffenheit behalten. Das neue Glied mufs nothwendig die obern und untern Arkaden der Interarticularsubstanz auseinander treiben, und da an dem ausgebildeten Theil des Stengels die Interarticularsubstanz aus obern und untern Arkaden besteht, so mufs, was durch die Entfernung der obern und untern Arkaden vermöge des neuen Gliedes verloren ging, eine obere oder untere Arkaden-Reihe für die neue Articulation von neuem entstehen, oder wahrscheinlicher wird sich neue Interarticularsubstanz mit obern und untern Arkaden zwischen dem alten und neuen Glied bilden.

Am Centrodorsalstück oder Knopf der freigewordenen Comatulen vermehren sich die Cirren meist gegen den Umfang desselben, wo man die jüngsten und kürzesten Ranken antrifft, indessen sah ich bei den Comatulen auch junge Cirren gegen die meist cirrenlose Fläche hin, wo die Comatul im Jugendzustande mit dem Stengel in Verbindung stand. Bei den mehrsten Comatulen bleibt diese Fläche von Cirren frei, aber bei *Alecto Eschrichtii* Nob. ist der ganze Knopf mit Cirren besetzt.

Die Bildung der neuen Glieder an den Cirren der Crinoiden scheint sowohl an der Basis als an der Spitze der Cirren stattzufinden, jedenfalls findet keine Interpolation neuer Glieder zwischen den alten statt. Am obersten Wirtel des *Pentacrinus* sind die Cirren noch nicht 1‴ lang, diese Cirren enthalten 4-5 dicht auf einander folgende dünne scheibenförmige Glieder, wie die äufsersten Glieder an den nächstfolgenden 4-5‴ langen Cirren.

In diesem Zustande sind die Endstücke auch noch stumpf und noch nicht hakenförmig. Auch die Basilarglieder der jungen Cirren sind verhältnifsmäfsig sehr niedrig und ebenso verhalten sich die jungen Cirren der Comatulen.

Vierter Abschnitt.

Vom Kelch der Crinoiden.

1. Vom Kelch der *Crinoidea articulata*.

Der Kelch der *Pentacrinus, Apiocrinus, Encrinus* und der Comatulen zeichnet sich dadurch aus, dafs von der Basis des Kelches aus sogleich die gegliederten Kelchradien sich in der Richtung der Arme entwickeln, und dafs der Kelch zwischen den Kelchradien nur durch eine diese verbindende Haut vervollständigt wird, die entweder nackt oder getäfelt ist und sich in die ähnliche Haut fortsetzt, welche den Scheitel oder die Bauchseite des Körpers des Thiers und seine Arme bedeckt. Die Crinoiden mit solchen bis zur Basis des Kelchs frei ausgebildeten Kelchradien, die über die verbindende Haut erhaben, heifsen *Crinoidea articulata*.

1. *Pentacrinus*.

Diese Kelcharme bestehen bei den Pentacrinen aus 3 Gliedern, die ich *radialia* nenne, die untersten sind auf dem Stengel selbst unbeweglich befestigt, durch Vermittelung der 5 Basalstücke, *basalia*, oder der sogenannten Beckenstücke Miller's, die mit den Kelchradien alterniren. Die Kelchradien entsprechen in Hinsicht ihrer Stellung zu dem sternförmigen Prisma des Stengels den eintretenden Winkeln desselben oder den Ausschnitten des Pentagons, die Basalia aber den vorspringenden Winkeln desselben als zerfallene Theile eines obersten Stengelgliedes.

Die Basalstücke sind aufsen abgerundet, nach innen keilförmig, ihre Spitzen sehen gegen den centralen Nahrungscanal, der sich zwischen den Basalia etwas erweitert. Die Seiten der Basalia stofsen an einander. Auf diesen Unterlagen liegen nun die untersten Stücke der Kelcharme so auf, dafs jedes die Nath zwischen 2 Basalia mitten unter sich hat, also zugleich auf 2 Basalia stützt. Die Verbindung der Basalia mit dem obersten Stengelglied scheint ähnlich zu sein wie bei den Stengelgliedern, Goldfufs sah die untere Fläche

der Basalia des *Pentacrinus Briareus* quer gefurcht. Ich kenne den innern versteckten Theil der Basalen des *Pentacrinus caput Medusae* aus eigener Anschauung nicht, da ich diesen Theil meines Exemplars nicht aufopfern wollte und verweise auf Miller.

Die untersten Glieder der Kelchradien sind keilförmig, mit ihren Seiten schliefsen sie eng aneinader, ihre inneren ausgeschnittenen Ecken reichen bis zu einer centralen kleinen zwischen ihnen befindlichen Höhlung, der Erweiterung des Centralcanales des Stengels, von wo der Nahrungscanal sich in die Kelchradien fortsetzt. Der äufsere Umfang dieser Radialia, wo sie über je zwei Basalia vorragen, ist abgerundet, bei einigen fossilen Pentacrinen, wie *P. Briareus* und *subangularis* sind sie keilförmig zwischen den Basalia bis auf den Anfang des Stengels verlängert und stützen also dann nicht blofs auf den Basalia, sondern auch auf dem Stengel selbst. Goldfufs Tab. LI. LII. Das erste und zweite Radiale stehen durch ein Gelenk mit einander in Verbindung, welches eine Beugung beider gegen einander zuläfst. Sie haben auf den aneinander liegenden Gelenkflächen jedes einen queren Riff, durch dessen Mitte der Nahrungscanal durchgeht. Goldf. Tab. LI. Fig. 3. *b*. ϕ' von *P. Briareus*. Die Gelenkflächen, wodurch das zweite und dritte radiale in Verbindung stehen, haben, wie es scheint, ihren Riff in entgegengesetzter Richtung von vorn nach hinten, denn so ist es bei den Comatulen jedenfalls und Goldfufs bildet es von *P. Briareus* ab. Diese Art von Gelenkleisten läfst ein seitliches Wiegen des dritten Radiale auf dem zweiten zu, welche Bewegung bei den Comatulen sehr deutlich ist.

Das dritte *radiale* hat nach oben zwei dachförmig geneigte Gelenkflächen für die beiden darauf sitzenden Arme. Ich nenne es deswegen *radiale axillare*, es ist Miller's *Scapula*, dagegen nenne ich *brachialia axillaria* alle im Verlauf der Arme vorkommenden ähnlichen Glieder, auf denen zwei Theilungsarme aufsitzen.

Die Gelenkflächen des *radiale axillare* für die beiden Arme hat Goldfufs Tab. LI. Fig. 3. *b*. ϑ. von *P. Briareus* und Tab. LII. Fig. 1. ϑ. von *P. subangularis* abgebildet, wonach sie sich ganz so wie bei den Comatulen verhalten. Die beiden Gelenkflächen sind durch eine mediane Kante getrennt, jede hat einen schief verlaufenden Riff, der von dem dorsalen Ende der medianen Kante nach aufsen läuft. Diese 3 Radialglieder haben an der Beuge-

seite der Glieder kleine Facetten für die Insertionen der Muskeln, welche je zwei Glieder gegen einander beugen.

Die Haut zwischen den Kelchradien vom zweiten *radiale* an ist mit dünnen unregelmäfsigen knöchernen Täfelchen besetzt, wie sie auch auf dem Scheitel vorkommen. Die untersten Radialglieder berühren sich unmittelbar durch Nath, in dieser Nath liegen nach unten zwei tiefe Poren.

2 *Comatula.*

Unter den ungestielten *Crinoidea articulata* sind die *Solanocrinus* Goldf. und *Comaster* Agassiz in der Basis ihres Kelches den Pentacrinen mehr verwandt als die eigentlichen Comatulen. *Solanocrinus, Comaster* und *Comatula*, wovon die erste Gattung fossil, die beiden andern noch lebend sind, haben, da sie im erwachsenen Zustande frei sind, statt des Stiels einen mit Cirren besetzten central-dorsalen mehr oder weniger hohen Knopf. *Solanocrinus* und *Comaster* besitzen auch kleine *basalia* zwischen den Insertionen der Kelchradien, oder sogenannte Beckenstücke, welche den eigentlichen Comatulen gänzlich fehlen. Die aus diesem Grunde von Agassiz aus *Comatula multiradiata* Goldf. gebildete Gattung *Comaster* ist aber, wie es scheint, identisch mit der fossilen Gattung *Solanocrinus* Goldf. Die Form und Höhe des Knopfes kann nicht in Betracht kommen, denn unter den lebenden eigentlichen Comatulen giebt es auch Arten mit sehr hohem Knopf, wie die neuen Arten *Alecto Eschrichtii* und *A. phalangium* Nob. Der Knopf der letztern ist kaum so breit als hoch.

Bei den Comatulen im engern Sinne, nämlich Gattung *Alecto* Leach (*Comatula* Lamarck), fehlen die mit den Kelchradien alternirenden *basalia* zwischen Kelch und Knopf. Die Kelchradien der Comatulen bestehen aus 3 Gliedern, aber das unterste ist bei einigen Arten aufsen nicht sichtbar, so dafs dann die Radien bis zu den Armen nur aus 2 Gliedern zu bestehen scheinen. So z. B. ist es bei der colossalen grönländischen neuen *Comatula*, *Alecto Eschrichtii* Nob. mit gegen 100 Ranken des halbkugelförmigen Knopfes, welche Hr. Eschricht zur Aufklärung der Anatomie der Crinoiden mit grofsmüthiger Aufopferung mittheilte. Das unterste Glied der Kelchradien, aufsen nicht sichtbar, liegt im Innern, auf dem Centrodorsalstück oder Knopf aufgelagert und das nächste Glied stützt sich zum Theil auf das Centrodorsalstück selbst, aber die den *Solanocrinus* und *Pentacrinus* eigenen *basalia* fehlen. Der Unterschied, ob aufsen 2 oder 3 Glieder des Kelchra-

dius sichtbar sind, kann übrigens nicht zur Bildung von Gattungen benutzt werden, da sich Übergänge finden, denn oft ist bei den Comatulen vom untersten Gliede allerdings etwas sichtbar, aber nur ein niedriger Saum, wie bei *Alecto palmata* Nob. (1).

Die Haut zwischen den Kelcharmen ist bei den mehrsten Comatulen nackt, bei wenigen zeigen sich Spuren kleiner Täfelchen. Diese Haut ist daher bei den fossilen Comatulen verloren gegangen und die Arme bis auf den Knopf gespalten. Das Genus *Pterocoma* Agassiz (2) (*Comatula pinnata* Goldf.), welches sich auf die tiefe Spaltung zwischen den Kelcharmen gründen soll, ist von den Comatulen in nichts verschieden.

Hertha mystica v. Hagenow (3) aus der Kreide, ist der Knopf einer wahren *Comatula* (*Alecto*) mit dem ersten Glied der Radien, das, wenn mit den übrigen verlorenen Radiengliedern verbunden, wie bei *Alecto Eschrichtii*, aufsen nicht sichtbar sein konnte.

Der Knopf ist immer ein einfaches nicht weiter zerlegbares Stück. Goldfufs läfst ihn bei *Comatula mediterranea* Lam., *Alecto europaea* Leach aus 3 über einander liegenden Platten, gleichsam Säulengliedern, zusammengesetzt sein, welche durch Näthe verbunden sind. Tab. LXI. Fig. 1. *L.* Dies kann ich nicht bestätigen. Im Centrum des Knopfes liegt eine kleine rundliche Höhle, welche nach oben offen ist, es ist der Raum für den centralen Theil des Nahrungscanals des Skelets, von ihm gehen sehr feine Canälchen durch den Knopf nach aufsen in die Cirren. Die obere Fläche des Knopfes ist ganz eben und hat in der Mitte die pentagonale Öffnung der vorher bezeichneten Höhlung. Diese Fläche nimmt die untersten *Radialia* auf, welche wie 5 Keile zusammenliegen und in der Mitte eine Lücke lassen, Fortsetzung der Höhle des Knopfes, von wo der Centralcanal in die Radien seine Zweige abgiebt. Durch Kochen des Knopfes in einer Lauge von kohlensaurem Kali trennen sich die Theile sehr rein. Die Verbindung der Radialglieder unter sich in jedem Radius ist wie bei *Pentacrinus*. Die Gelenkflächen zwischen dem ersten und zweiten Glied haben einen queren Riff zum Wiegen in der Richtung der Beugung und Streckung. Die Gelenkflächen

---

(1) J. Müller in Wiegmann's Archiv 1841. I. 144.

(2) *Mém. de la Soc. des sciences nat. de Neuchatel.* I. 193.

(3) Leonhard u. Bronn's Jahrb. f. Mineral. 1840. 665. Tab. IX. Fig. 8.

zwischen dem zweiten und dritten Glied haben einen entgegengesetzten Riff zum seitlichen Wiegen. Doch giebt es auch Comatulen, wo das Gelenk zwischen dem *axillare* und nächsten *radiale* völlig fehlt, wie *Alecto rosea* Nob. ([1]). An dessen Stelle tritt dann die Nath.

Den *articulata* unter den ungestielten Crinoiden völlig fremd sind die *Saccocoma* Ag. und *Marsupites* Mant.

Sehr zweckmäfsig vereinigte Agassiz die fossilen von Goldfufs beschriebenen sogenannten Comatulen ohne Kelchradien, mit geripptem schaligem Kelch und *pinnulae oppositae* der Arme zu seinem Genus *Saccocoma*, welches sich von den Comatulen auch durch den Mangel des Knopfes und seiner Cirren unterscheidet. Die von Goldfufs erwähnten fadenartigen Hülfsarme an den Rippen des Kelchs der Gattung *Saccocoma* halte ich für zweifelhaft, ich habe sie an den in der Sammlung des Grafen Münster und an den im hiesigen mineralogischen Museum befindlichen Exemplaren nicht wahrnehmen können; aber der schalige Kelch zeigt von den Rippen ablaufend parallele Linien von feinen Furchen. Die entgegengesetzte Stellung der Pinnulae der Arme ist ganz eigenthümlich und findet sich bei keinen andern Crinoiden, deren Pinnulae immer von Glied zu Glied der Arme alterniren.

Die ungestielten Crinoiden mit schaligem Kelch ohne Knopf und Cirren und mit *pinnulae oppositae* der Arme müssen daher eine besondere Familie bilden, die ich *costata* nenne, und wieder eine andere Familie bilden die ungestielten Crinoiden ohne Knopf und ohne Cirren, deren Kelch ganz aus Tafeln zusammengesetzt ist, *tessellata* (Gattung *Marsupites*).

2. Von der Articulation des Kelches.

Verbindung der Kelchglieder. Sie ist eine doppelte, entweder durch Nath oder durch Gelenk. Durch Nath sind, wie es scheint, die ersten *radialia* auf den *basalia* befestigt, so ist jedenfalls die Auflagerung der ersten *radialia* auf dem Knopf der Comatulen. Zu schliefsen nach der Art, wie die Nathverbindung an gewissen Armgliedern bewerkstelligt wird, so liegt zwischen den Oberflächen nur ein äufserst dünnes Häutchen, welches man nicht verwechseln darf mit der Interarticularsubstanz der beweglich verbundenen Glieder.

([1]) J. Müller in Wiegmann's Archiv 1841. I. 143.

Durch elastische Interarticularsubstanz sind beim *Pentacrinus* und bei den mehrsten Comatulen verbunden das erste mit dem zweiten *radiale*, das zweite mit dem dritten und dieses wieder mit den ersten Armgliedern. Sie hat denselben Bau wie am Stengel der *Pentacrinus*, nur ist sie nicht krausenartig gefaltet. Vermöge dieser elastischen Zwischenlage kann das zweite Glied auf dem ersten sich auf der queren Gelenkleiste beugend wiegen, das dritte aber kann sich auf dem zweiten seitlich wiegen vermöge der entgegengesetzten Gelenkleiste.

Es wurde schon erwähnt, dafs bei *Alecto rosea* statt des Gelenks zwischen dem zweiten *radiale* und *radiale axillare* ausnahmsweise eine unbewegliche Nathverbindung eintritt. Die entsprechenden Verbindungsflächen dieser Glieder sind ganz eben.

Muskeln des Kelches. Die Kelchradien der *Crinoidea articulata* sind durch Muskeln beweglich, sie liegen an der Beugeseite der Radien, paarweise. Die ersten gehören beim *Pentacrinus* dem Gelenk zwischen dem ersten und zweiten *radiale*, die zweiten dem Gelenk zwischen dem zweiten und dritten *radiale* an, darauf folgt das Paar für die Bewegung des Arms zwischen *radiale axillare* und dem ersten Armglied.

Bei den Comatulen ist die Vertheilung eine andere, das erste und zweite Glied sind durch Muskeln verbunden, aber das Gelenk zwischen dem zweiten und dritten Glied hat bei *Alecto europaea* keine Muskeln, dies ist das Gelenk, welches nur Seitenbewegung oder seitliches Hin- und Herwiegen des dritten *radiale* zuläfst. Zwischen dem *radiale axillare* und dem ersten Armglied liegt wieder ein Muskelpaar. Goldfufs hat die Facetten an der Beugeseite der Radien für die Insertion der Muskeln von *Alecto europaea* sehr richtig abgebildet Taf. LXI. Fig. 1. *B*, so dafs man auch an dieser Abbildung erkennen kann, wie die Muskelbewegung dem Gelenk zwischen dem zweiten und dritten *radiale* fehlt.

3. Vom Kelch der *Crinoidea tessellata.*

An dem Kelch der gestielten *Crinoidea tessellata* mit Armen kommen folgende Elemente nach consequenter Bezeichnung vor ([1]). Erstens

---

([1]) Miller ist nicht consequent in seiner Terminologie und letztere nicht zweckmäfsig. Die beweglichen ersten Achselglieder nennt er bei *Pentacrinus Scapula*, an den Armen

3 oder 4 oder 5 *basalia*, meist ein Pentagon bildend, darauf zuweilen ein Kreis von alternirenden *Parabasen, parabasalia.* Sobald die Asseln sich in die Richtung der Arme ordnen, beginnen die *Radialia*, wovon das zweite oder dritte axillar für zwei Arme. Zwischen den *Radialia* können *interradialia*, zwischen den *axillaria* können *interaxillaria* liegen. Entweder sind die Arme von nun an frei oder der Kelch setzt sich noch weiter fort, die Radien zerfallen dann in zwei Distichalradien mit *radialia distichalia*, die jedes mit einem *distichale axillare* enden, wie bei *Actinocrinus moniliformis* und *Eucalyptocrinus* (identisch mit *Hypanthocrinus Phillips*). Zwischen den Distichalradien können *interdistichalia* liegen, zwischen zwei Distichien *interpalmaria.*

Es folgen nun einige Beispiele der Anwendung dieser Nomenclatur auf die bekannten Gattungen mit Armen, wobei ich Gelegenheit haben werde, eine neue Gattung beizufügen.

Platycrinus Mill. Kelch: 3 ungleiche *basalia* ein Pentagon bildend, die Näthe der 3 *basalia* theilen 3 Seiten des Pentagons, die andern Seiten ganz. An das Pentagon der 3 *basalia* schliefst sich ein geschlossener Kreis von 5 *radialia*, auf jedem von diesen ein *radiale axillare*, worauf 2 Arme, die sich wieder theilen, zwischen den *axillaria* liegen *interaxillaria.* Die Scheitelöffnung seitlich zwischen zwei Armen in der Gegend eines *interaxillare.* Arme nach den ersten Theilungen aus alternirenden Gliedern mit mittleren Suturen gebildet.

Marsupiocrinus caelatus Phillipps, Murchinson ([1]) ist ein *Platycrinus.*

Cyathocrinus Mill. Kelchbasis ausgehöhlt, aus 5 *basilaria*, auf diesen alternirend 5 Parabasen einen geschlossenen Kreis bildend, auf diesen alternirend 5 Radialkelchglieder, *radialia*, einen geschlossenen Kreis bildend. Auf diesen die Stämme von 5 Armen, noch aus 2 Gliedern bestehend, so dafs das dritte *radiale* ein *radiale axillare* für 2 Arme ist, die sich weiter theilen. Arme mit einfachen Gliedern.

---

cuneiformia, bei *Platycrinus* heifst er ein Radialkelchglied, auf welchem erst das *axillare* steht, die *Scapula.* Die auf das Becken folgenden Glieder nennt er *costalia*, mögen sie in der Richtung der Arme liegen oder alterniren, gleichwohl läfst er diese Stücke bei *Rhodocrinus* in der Zählung aus und nennt *costale* erst das erste *radiale.*

([1]) Murchinson *the Silurian System.* London 1839. p. II.

Poteriocrinus Mill. Die Basis des Kelchs wird von 5 *basalia* gebildet, die sich zur Bildung einer Höhle aneinander legen. Auf diesen alternirend und einen geschlossenen Kreis bildend 5 Parabasen. Auf diesen alternirend die Radialkelchglieder, welche sich berühren, mit Ausnahme eines Interradialraums, wo sich ein *interradiale* einfügt. Auf jedem *radiale* ein *radiale axillare* für 2 Arme. Armglieder einfach oder ganz.

Phillips unterscheidet noch ein von Miller nicht gekanntes dünnes dreitheiliges Becken, welches wie das oberste Säulenglied aussieht und dasselbe wirklich zu sein scheint. Wäre es als Basis zu betrachten, so würde *Poteriocrinus* 2 Reihen Parabasen besitzen, was unter den Crinoiden mit Armen nur von *Marsupites* bekannt ist ([1]).

Actinocrinus Mill. Eine Basis von 3 gleichen *basalia*, darauf einen geschlossenen Kreis bildend 6 Stücke, wovon 5 *radialia* sind, das sechste ein unregelmäfsiges *interradiale* ist. An die *radialia* schliefsen sich die andern *radialia*, zwischen welchen *interradialia*. Das dritte *radiale* ist *radiale axillare*, worauf 2 *radialia distichalia*, welche selbst schon *distichalia axillaria* sind oder auf welche *axillaria* folgen. Nun folgen die Arme, bis zu welchen alle erwähnten Glieder am Kelch Antheil nehmen, daher zwischen den Distichalradien *interdistichalia* und zwischen den Distichien mehrere *interpalmaria* liegen. Die Arme haben alternirende Glieder mit mittleren Suturen und theilen sich durch Bifurcation in Secundärarme, wovon sich einige, aber nicht alle wieder theilen.

Dimerocrinus Phillips. An die Basis schliefsen sich 5 Kelchradien, die aus 3 Gliedern bestehen, so dafs das dritte *radiale axillare* ist. Zwischen den Kelchradien jedesmal ein grofses *interradiale*. Armglieder halbirt alternirend, wie bei *Platycrinus* und *Actinocrinus*. Arme regelmäfsig bifurcirt.

Carpocrinus Nob. nov. gen. Basis aus 3 *basalia*, daran schliefsen sich die Kelchradien aus 3 Gliedern, wovon das dritte ein *radiale axillare* für 2 Arme. Zwischen je zwei *radialia secunda* liegt ein *interradiale*, zwischen den *radialia axillaria* zwei *interaxillaria*. Armglieder ganz.

([1]) *Poteriocrinus nobilis* Phillips Tab. III. Fig. 40 und *Poteriocrinus Egertoni* Phillips Tab. III. Fig. 39 gehören nicht zur Gattung *Poteriocrinus*.

Diese Gattung enthält die mit den *Actinocrinus* bisher vereinigten Crinoiden mit einzeiligen Armen, denen auch das unregelmäfsige einzelne *interradiale* aller wahren Actinocrinen fehlt.

Arten: *C. simplex* Nob. (*Actinocrinus tesseracontadactylus* Hisinger ([1]), *Actinocrinus simplex* Phill. Murch.), *C. expansus* Nob. (*Actinocrinus expansus* Phill. Murch.). Hierher scheint auch *Cyathocrinus pyriformis* Phill. Murch. XXVII. 6. zu gehören, wo ich nichts von den der Gattung *Cyathocrinus* zukommenden Parabasen unterscheiden kann.

Rhodocrinus Mill. Basis aus 3 *basalia*, die zu einem Pentagon verbunden. Darauf ein Kreis von 5 *parabasalia*, worauf ein Kreis von 10 Stücken, wovon 5 die Anfänge der Kelchradien mit den Parabasen alterniren, 5 interradial, die Fortsetzung der Parabasen sind. Weiterhin 2 *Interradialia* oder selbst 3, welche sich zu Interradien ordnen. Radial-Kelchglieder 3, wovon das dritte ein *radiale axillare* für 2 Distichalradien von mehreren Gliedern, welche bis zur Bifurcation in die Arme dem Kelch angehören. Zwischen den Secundärradien *interbrachialia.*

Gilbertsocrinus Phill. ([2]). Kelch wie bei *Rhodocrinus*, nur dafs das Centrum von einem Pentagon aus 5 *basalia* gebildet wird, darauf 5 *parabasalia*, worauf ein Kreis von 10 Stücken, wovon 5 die Anfänge der 3gliedrigen Kelchradien mit den Parabasen alterniren, 5 interradial sind, die Parabasen fortsetzen und über sich wieder 2 nebeneinander liegende *interradialia* haben. Auch nehmen die Distichalradien am Kelch wie bei *Rhodocrinus* Antheil.

Die Verschiedenheit dieser Gattung von *Rhodocrinus* ist bei der Ungewifsheit über die Natur der Basalstücke der letztern noch nicht sicher.

Melocrinus Goldf. Basis ein Pentagon von 4 *basalia.* An dieses schliefsen sich sogleich die Kelchradien an, deren Basen sich berühren. Die Kelchradien bestehen aus 3 Gliedern, das oberste ist *radiale distichale* für Distichien des Kelchs. Zwischen den *radialia secunda* liegt ein *interradiale*, über diesem zwei *interradialia.* Scheitelöffnung bald in der Mitte, bald excentrisch.

([1]) Hisinger *Petrefacta Sueciae.* XXV. 4.

([2]) Phillips *illustrations of the geology of Yorkshire.* P. II. London 1836.

Caryocrinus Say. Die Basis des Kelchs aus 4 *basalia* bildet ein Hexagon, an dieses schliefst sich ein geschlossener Kreis von 6 *parabasalia*. Auf diesen alternirend 6 Stücke und 2 eingeschobene Stücke, einen geschlossenen Kreis bildend. Auf diesem Kreis die Arme (deren Ursprung und Zahl unklar ist). Scheitelöffnung excentrisch.

Eucalyptocrinus Goldf. *Hypanthocrinus* Phill. Basis? Die Kelchradien bestehen aus 3 Stücken, wovon die untersten einen geschlossenen Kreis bilden, dessen Rand einwärts geschlagen eine Art Röhre im Innern des Kelches bildet, die obersten *radialia* sind *axillaria*. Zwischen je 2 Radien ein grofses *interradiale*. Das *axillare* der Kelchradien hat 3 obere Facetten, wovon die seitlichen die Distichalradien stützen, das mittlere ein *interbrachiale* stützt. Die Distichalradien stützen sich theils auf ihr *axillare*, theils auf das nächste *interradiale* und bestehen aus 2 Gliedern, wovon das zweite *axillare* ist und 2 Arme trägt, deren Glieder sich bald in alternirende Halbglieder verwandeln. Die Kluft eines Distichiums wird von einem *interbrachiale*, der Zwischenraum der Palmen von zwei nebeneinander liegenden *interpalmaria* ausgefüllt. Scheitel hoch von Tuberkeln bedeckt.

Ich habe diese Gattungsdefinitionen nur als einige Beispiele einer consequenten Bezeichnung der Skelettheile hier aufgeführt, ohne die Absicht zu haben, hier eine vollständige Definition aller Gattungen der gestielten *Crinoidea tessellata* mit Armen zu geben, wovon einige Gattungen nur erst mangelhaft bekannt sind.

Ich übergehe den Kelch der gestielten Crinoiden ohne Arme, wie der Pentremiten und Sphaeroniten, die Radiation des Kelches geht bei den Sphaeroniten ganz verloren.

Eine ganz eigenthümliche Abtheilung der festsitzenden Crinoiden repräsentirt die noch lebende Gattung *Holopus* d'Orbigny ([1]). Sie unterscheidet sich durch ihren Kelch von allen übrigen, er ist aus einem hohlen ungetheilten Stück gebildet, welches durch eine Wurzel am Boden sitzt, und oben 4 Doppelarme mit *pinnulae* trägt. Das die Eingeweide enthaltende *perisoma* wurde mit Unrecht als Stiel angesehen, es ist der Kelch selbst.

([1]) Wiegmann's Archiv. 1839. I. 185. Taf.V. Fig. 2-7.

Fünfter Abschnitt.

Von den Armen der Crinoiden.

Die 10 Primärarme des *Pentacrinus caput Medusae* bestehen bis zur nächsten Bifurcation aus 5-6 Gliedern, die 20 Secundärarme bestehen aus 9-10 Gliedern bis zur nächsten Bifurcation in die 40 Tertiärarme. Einige derselben bleiben ferner ungetheilt, andere theilen sich noch einmal und zwar zum letzten mal. Ein ungetheilter Arm enthält gegen 100, ein getheilter gegen 94 Glieder.

1. Von den Armgliedern der *Pentacrinus* und *Comatula* u. a.

Die Armglieder des *Pentacrinus caput Medusae* und der *Comatula* haben einen Körper, der wie ein Wirbelkörper gestaltet ist, und Fortsätze. Der Körper ist an der Rückseite von einer zur anderen Seite abgerundet, die Seiten sind leichter convex. Durch das Centrum des Körpers der Glieder verläuft der Centralcanal, der sich aus dem Stengel durch die ganzen Arme und *pinnulae* verlängert. Die Ventralseite des Körpers der Glieder zeigt eine tiefe Rinne, worin Weichtheile gelegen sind. Diese Rinne ist von knöchernen Wänden begrenzt, welche auf der rechten und linken Seite ungleich gebildet sind, was davon herrührt, dafs nur die eine Seite eines Gliedes eine *pinnula* trägt, und dafs die *pinnulae* von einer zur andern Seite alterniren. Die *pinnula* sitzt nämlich auf dem Theil des Gliedes auf, welcher die ventrale Rinne desselben begrenzt. Auf der Seite, wo die *pinnula* sitzt, hat der die Rinne des Gliedes begrenzende Theil des Gliedes immer eine beträchtliche Länge, die selbst gröfser ist als die Länge des Körpers des Gliedes. Die Wandung der Rinne läuft nämlich in 2 divergirende Muskelfortsätze aus, die mit den nächsten Gliedern durch Muskeln verbunden sind. Von diesen Fortsätzen ist der vordere von der Scheibe abgewendete oder aborale immer beträchtlich schief, der hintere sehr wenig, so dafs der letztere beinahe in einer Fläche mit der ganzen Articulationsfläche des Gliedes liegt. Zwischen diesen beiden Fortsätzen liegt eine Vertiefung für die Insertion der *pinnula.* Taf. II. Fig. 5. 6. 7.

Auf der entgegengesetzten Seite des Gliedes, wo die *pinnula* fehlt, ist die Wand, welche die Rinne begrenzt, schmal und bildet nur einen einzigen *processus muscularis* zur Verbindung mit den nächsten Gliedern. Diese Verschiedenheit der beiden Seiten wechselt nun an den Gliedern der Arme ab, ein Glied hat die breite Wand der Rinne rechts, die schmale Seite links, das nächste hat die schmale Wand rechts, die breite links.

Bei *Pentacrinus caput Medusae* nimmt die Hauptmasse des Gliedes, sein Körper an dieser Ungleichheit der Seiten nicht Antheil, daher man bei Betrachtung der Rückseite der Arme die Articulationsstellen quer und parallel sieht. Bei den Comatulen sind dagegen auch die Körper der Glieder sehr oft abwechselnd an einer Seite niedriger, so dafs die Arme auf der Rückseite lauter abwechselnd schiefe Articulationsstellen zeigen. Bei *Alecto Eschrichtii* Nob. ist dies am auffallendsten, hier sind die Glieder abwechselnd keilförmig von einer zur andern Seite, so dafs ihre Articulationen, auf der Rückseite der Arme angesehen, eine zusammenhängende Zickzacklinie darstellen, und die scharfen Ränder der Keile an den Seiten zwischen das vordere und hintere nächste Glied fallen.

Bei einigen fossilen Gattungen von Crinoiden bilden die Glieder sogar nebeneinander liegende alternirende Reihen, welche in der Mitte zickzackförmig ineinander greifen, sonst aber quer auf einander liegen. So ist es bei den Gattungen *Encrinus, Platycrinus, Actinocrinus* und *Dimerocrinus* Ph. Diese alternirende Zweizeiligkeit, Distichie, der Armglieder bildet sich aus zunehmender Verkürzung von ursprünglich keilförmigen Gliedern, die aber die entgegengesetzte Seite nicht mehr erreichen, so dafs hier Glieder auf einander zu ruhen kommen, die um ein ganzes Glied getrennt sein sollten. Die Folge davon ist, dafs nun an einer Seite angesehen der Arm an jedem Gliede eine *pinnula* hat, während an den Armen der anderen Crinoiden, eine Seite des Armes angesehen, die *pinnulae* tragenden Glieder um die Dicke eines Gliedes getrennt sind, desjenigen Gliedes nämlich, welches seine *pinnula* alternirend auf der entgegengesetzten Seite hat.

Zweizeilig gewordene Arme theilen sich nicht wieder, dagegen sind die Arme vor vollbrachter Theilung einzeilig.

2. Von der Articulation der Armglieder.

Auf den Articulationsflächen der Glieder ist der gröfsere Theil bestimmt, der Anlage der Interarticularsubstanz zu dienen, der kleinere obere Theil, gebildet von den Fortsätzen, welche die ventrale Rinne einschliefsen, dient zur Insertion der Muskeln, welche daher nur gegen die Beugeseite hin zwischen den Gliedern vorhanden sind. Die beiden Muskularfelder, Tab. II. Fig. 4. *a*, sind sogleich an der Articulationsfläche des Gliedes zu erkennen, sie gehören hauptsächlich den Fortsätzen an und erstrecken sich zwar noch etwas auf den Körper des Gliedes, sind aber hier meist durch erhabe Linien von dem gröfseren zur Articulation bestimmten Felde des Gliedes abgegrenzt. Das letztere zeigt einen schiefen Riff, der über die ganze Articulationsfläche hingeht, so zwar, dafs die vom Centralcanal herrührende Öffnung im Gliede zugleich in diesen Riff fällt. Die Richtung des Riffs (Tab. II. Fig. 4. *b*.) ist immer schief und umgekehrt schief an der vorderen und hinteren Seite des Gliedes. Dadurch wird das Articulationsfeld des Gliedes in ein vorderes und hinteres Feld getheilt, das vordere Feld vor dem schiefen Riff ist auf der einen, das hintere auf der andern Seite gröfser. An der aboralen Seite eines Gliedes geht der Riff von dem dorsalen Theil des *latus pinnale* schief gegen den ventralen Theil der entgegengesetzten Seite. An der adoralen Seite eines Gliedes ist es umgekehrt, d. h. der Riff geht von dem ventralen Theile des *latus pinnale* des Gliedes schief gegen den dorsalen Theil der Seite, wo die *pinnula* fehlt. Auf diese Weise passen der Riff an der hinteren Seite des einen und der an der vorderen Seite des nächsten Gliedes genau auf einander. Man kann die Stellen, wo die Riffe bis zur Oberfläche des Gliedes auslaufen, schon äufserlich an den noch verbundenen Gliedern erkennen. Siehe Taf. II. Fig. 5. Noch deutlicher ist dies bei den Comatulen. Hier sind die Glieder äufserlich abwechselnd auf der einen Seite dicker, auf der anderen dünner. Die dickere Seite zeigt immer an der dicksten Stelle einen Winkel, der auf dem flachen Rande der dünnen Seite des nächsten Gliedes aufsitzt und sich darauf wiegt. An Goldfufs Abbildung eines Armstücks der *Alecto europaea* Tab. LXI. Fig. 1. *F.* ist dies sehr naturgetreu ausgedrückt. Jener Winkel ist das Ende des schief über die Gelenkfläche verlaufenden Wulstes.

Die Riffe der Glieder sind untereinander durch ein unelastisches Band verbunden, der ganze übrige Theil der Articulationsflächen wird aber von der schon beim Stengel beschriebenen elastischen Interarticularsubstanz eingenommen, die man nach Ausziehen der Kalkerde als ein dickes elastisches Kissen zwischen den Gliedern erhält, ihre Oberflächen sind nicht krausenartig gefaltet, wie es am Stengel der Fall ist. Sie hat sonst durchaus denselben Bau wie am Stengel und an den Cirren. Durch diese Art Verbindung ist ein Wiegen der Glieder in abwechselnd schiefen Richtungen auf den Riffen möglich, wobei die elastische Substanz an der einen Seite zusammengedrückt, an der anderen ausgedehnt wird.

Muskeln: Die Muskeln zwischen den Muskelfortsätzen der Glieder sind sehr kurz, sie sind bräunlich und bestehen wie bei den übrigen Echinodermen ([1]) aus Bündelchen ohne Querstreifen, die Primitivfasern haben ganz glatte Ränder ohne Spur von Anschwellungen. Alles dieses verhält sich bei den Comatulen ebenso.

Da nun bei den Pentacrinen und Comatulen die Muskeln nur an dem ventralen Theil der Articulationsflächen oder zwischen den ventralen Fortsätzen der Glieder liegen, so ergiebt sich hieraus, dafs diese Thiere durch Muskelkraft nur die Beugung der Arme bewirken können, und dafs die Streckung derselben der elastischen Interarticularsubstanz anvertraut ist, welche sogleich wirkt, sobald ihre Zusammendrückung aufhört. Wahrscheinlich ist die Wirkung der Ausdehnung an der Beugeseite stärker. Die Bewegungen der Comatulen sind übrigens äufserst lebhaft und haben keine Ähnlichkeit mit den langsamen Ortsbewegungen der Seesterne. Ich habe sie sehr oft beim Schwimmen beobachtet. Bei 10 Armen bewegen sich meist 5 gleichzeitig, so dafs zwischen je zweien der 10 Arme einer ruht und im nächsten Moment die 5 andern eintreten.

Einzelne Glieder zeichnen sich bei den Pentacrinen und Comatulen dadurch aus, dafs sie sich nicht auf schiefen sondern geraden Riffen bewegen. Schon das zweite kann sich auf dem ersten *radiale* der Kelcharme des *Pentacrinus* und der Comatulen bewegen, aber sie haben nicht schiefe, sondern quere Gelenkleisten für einander.

([1]) R. Wagner in Müller's Archiv. 1835. p. 319.

An einzelnen Stellen kommen bei den Comatulen Glieder mit Gelenkleisten vor, welche von der ventralen Seite gerade zur dorsalen verlaufen. Hierdurch wird bedingt, dafs ein solches Glied nicht gebeugt werden kann, aber sich von der rechten zur linken Seite und umgekehrt wiegen kann. Eine solche Beweglichkeit trifft man bei der vielarmigen *Alecto palmata* Nob. Hier haben sie alle *axillaria brachialia* vor der Bifurcation. Bei der vielarmigen *Alecto Savignii* Nob. ([1]) sind diese *axillaria* hingegen seitlich unbeweglich und das Gelenk zur seitlichen Bewegung liegt zwischen einem ersten und zweiten Armgliede.

Bei den zehnarmigen Comatulen ist das *radiale axillare* des Kelchs seitlich beweglich auf dem *radiale secundum*, das zweite Armglied über dem *axillare* ebenso. Hier fehlen die Muskeln an beiden Stellen bei *Alecto europaea.* Diesen Mangel der Muskeln darf man bei allen Comatulen an den Gelenken voraussetzen, wo ein Glied durch einen von der dorsalen zur Beugeseite gehenden Riff nur Seitenbewegung hat.

3. Von der Syzygie einzelner Glieder.

Unter Syzygie verstehe ich die unbewegliche Nathverbindung zweier Glieder. In diesem Fall fehlen an dieser Stelle sowohl die Muskeln als die elastische Interarticularsubstanz. Die Verbindungsflächen dieser Glieder sind radiirt. Miller hat bei *Pentacrinus caput Medusae* Taf. II. Fig. 4 eine solche Fläche abgebildet, aber nicht gewufst, was sie bedeutet. Auch in Goldfufs Abbildungen von seiner *Comatula multiradiata* finden sich theils gewöhnliche, theils radiirte Verbindungsflächen der Glieder Tab. LXI. Fig. 2. Zieht man die Kalkerde aus, so kommt an der Stelle der Nath ein in radienartige Fortsätze auslaufendes äufserst dünnes Häutchen zum Vorschein. An der Syzygalnath einiger Comatulen wie der *Alecto europaea* und *polyarthra* Nob. ([2]) u. a. bemerkt man mit dem Vergröfserungsglas aufsen einen Kreis von Poren. Das Glied, welches unter dieser Nath liegt, kann *hypozygale*, das obere *epyzigale* heifsen. Die Hypozygal-Glieder sind immer ohne *pinnula*, das *epyzygale* trägt allein eine solche, beide Glieder gelten aber beim Alterniren der *pinnulae* für eines.

([1]) Wiegmann's Archiv. 1841. I. p. 144.

([2]) Ebend. p. 144.

Die Syzygien sind bei *Pentacrinus caput Medusae* und bei den Arten der Comatulen sehr regelmäfsig vertheilt, so dafs ihre Lage und Entfernung oft zur Unterscheidung der Arten benutzt werden kann.

Bei *Pentacrinus caput Medusae* bilden nur das erste und zweite Glied über jedem *axillare* ein Syzygium, die erste äufsere *pinnula* steht daher am *epyzigale*. Unter den von mir beschriebenen 24 Arten von Comatulen kommt diese Stellung des Syzygiums nur bei *Alecto rosea* Nob. und bei derjenigen, die ich unter dem Namen *Actinometra imperialis* beschrieb, vor ([1]). Bei den übrigen Comatulen finden sich zwei einfache gelenkige Glieder unter dem *hypozygale* des ersten Syzygiums, und wenn sich die erste *pinnula* an der äufsern Seite der Arme, wie beim *Pentacrinus*, am zweiten Glied findet, so ist dieses hier kein *epizygale*, sondern ein einfaches Armglied.

Bei *Alecto Savignii* Nob., *A. timorensis* Nob., *A. parvicirra* Nob., *A. japonica* Nob. haben wir den Fall, dafs das *axillare brachiale* für die zweite Bifurcation in die 20 Arme ein Syzygium hat und also aus einem *hypozygale brachiale* und einem *epizygale axillare* zusammengesetzt ist. Dagegen bildet das *radiale axillare* des Kelches kein Syzygium.

Die vielarmigen *Alecto multifida* Nob., *A. elongata* Nob., *A. Bennetti* Nob., *A. palmata* Nob., *A. flagellata* Nob., *A. novae Guineae* Nob. ([2]) haben bei einer mehrfachen Theilung der Arme doch keine Syzygien an den *axillaria brachialia*.

Pentacrinus caput Medusae hat nur Syzygien jedesmal am ersten Glied über allen *axillaria* der ersten wie der fernern Theilung, aber ihm fehlen Syzygien an Zwischenstellen, oder weiterhin an den Endarmen, dagegen kommen die Syzygien bei den Comatulen in der ganzen Länge der Arme vor, bei einigen, wie *Alecto europaea* Leach, *A. phalangium* Nob., *A. Eschrichtii* u.a. liegen nur 2, 3, 4 gelenkige Glieder zwischen zwei Syzygien, bei anderen, wie *A. palmata* Nob. finden sich 8-10 Glieder zwischen 2 Syzygien, bei *A. polyarthra* Nob. selbst bis 14 Glieder. Von diesen Unterschieden habe ich bei der Beschreibung der Arten Gebrauch gemacht.

([1]) Wiegmann's Archiv. 1841. I. p. 141.

([2]) Ebend. p. 144 sqq.

4. Von den *Pinnulae.*

Stellung der *pinnulae* an den Armen. Die *Pinnulae* haben bei *Pentacrinus* sowohl als den Comatulen eine sehr regelmäfsige Stellung, von welcher nie eine Abweichung eintritt.

Die Radialglieder des Kelches tragen niemals *pinnulae.*

Die erste *pinnula* beginnt beim *Pentacrinus* an der äufseren Seite eines Armes am zweiten Glied über der Theilung. Taf. II. Fig. 3. Dies zweite Glied gehört aber zum ersten als dessen Epizygalglied [1]. An der innern Seite eines Armes ist es immer das dritte Glied, welches die erste *pinnula* trägt, oder das Glied über den beiden Syzygalgliedern. So geht es nun alternirend weiter. An der äufsern Seite eines Armes stehen daher die *pinnulae* an den geradezähligen Gliedern 2, 4, 6, 8, an der innern Seite des Armes, d. h. an den Seiten, welche sich zwei zu einer Theilung gehörige Armen zuwenden, stehen sie an den Gliedern 3, 5, 7, 9 u. s. w. bis zum nächsten *axillare.*

Das *axillare* ist immer ohne *pinnula* und wird nicht etwa übersprungen, sondern von der Theilung wiederholt sich dies Gesetz mit gleicher Regelmäfsigkeit, die nächste äufsere *pinnula* ist wieder am zweiten Glied, das mit dem ersten ein Syzygium bildet, die erste innere *pinnula* am dritten Glied. Hieraus folgt, dafs die Lücken, wo *pinnulae* fehlen, nie zufällig sind. Da das *axillare* und das nächste Glied über ihm gesetzmäfsig ohne *pinnula* sind, so beträgt die hier stattfindende Lücke, das *axillare* eingerechnet, mindestens 2 Glieder ohne *pinnula*, sie kann aber auch 3 Glieder auf einer Seite betragen, wenn nämlich auch das nächste Glied unter dem *axillare* ohne *pinnula* an dieser Seite ist und solche durch das Alterniren von unten herauf an der entgegengesetzten Seite hat.

Die Abbildungen von Guettard sind in dieser Hinsicht fehlerhaft.

Die Comatulen unterscheiden sich in Hinsicht der ersten *pinnula* von den *Pentacrinus*, bei jenen ist die erste äufsere *pinnula* zwar gewöhnlich

---

[1] Miller's Abbildung ist in dieser Hinsicht nicht richtig, oder es ist die Syzygiennath übersehen. Ob es sich bei anderen Pentacrinen ebenso oder verschieden verhält, ist noch ungewifs. Goldfufs Tab. LII. Fig. 1 bildet bei *Pentacrinites subangularis* die erste äufsere *Pinnula* am ersten Gliede ab. Vielleicht ist auch hier ein Syzygium übersehen.

auch am zweiten Glied über der Theilung, aber dieses zweite Glied ist kein Ergänzungsglied, *epizygale* zum ersten, sondern wie das erste ein ganzes Glied ohne Syzygium. Nur bei der *Comatula solaris* Mus. Vienn. (verschieden von *C. solaris* Lam.), die ich uter dem Namen *Actinometra imperialis* beschrieb ([1]) und bei *Alecto rosea*, wo das erste Armglied ein Syzygium hat, steht die erste äufsere *pinnula* am *Epizygale*.

Bei *Asterias multiradiata* Retz. (verschieden von *Comatula multiradiata* Lam. und *C. multiradiata* Goldfufs), die ich gelegentlich beschreiben werde, steht die erste *pinnula* am zweiten Glied der 10 Primärarme, nach der nächsten Theilung aber steht die erste *pinnula* am ersten Glied über dem *axillare*.

Es ist schon vorhin erwähnt worden, dafs beim Alterniren der *pinnulae* die beiden Glieder, die ein Syzygium bilden, immer nur für ein Glied zählen, dafs das *hypozygale* ohne *pinnula* ist und dafs die *pinnula* jedesmal am *epizygale* steht. Hieraus erklären sich die an den Armen der Comatulen vorkommenden Lücken ohne *pinnula*. Bei *Alecto Savignii* Nob. mit 20 Armen ist das dritte Radialkelchglied axillar ohne Syzygium. Die hierauf sitzenden Arme haben zwei Glieder bis zum *axillare brachiale*, welches ein Syzygium hat. Die erste äufsere *pinnula* steht am zweiten Armglied, da nun das folgende Glied *hypozygale* ist, so fehlt daran die *pinnula*, die auf die innere Seite überspringen sollte. Daher haben diese 10 Armstiele nur eine einzige *pinnula* an der äufsern Seite und keine an der innern. Nach der Theilung in die 20 Arme erscheint die erste äufsere *pinnula* wieder am zweiten Glied, da das erste Glied der Arme der Comatulen immer ohne *pinnula* ist. Darauf folgt das nächste Syzygium, welches bei den Comatulen gewöhnlich nach der Theilung auf das dritte Glied fällt.

Bei *Alecto palmata* Nob. (? *caput Medusae cinereum* Linck Tab. XXII. No. 33) mit 35 Armen sind die ersten 10 Arme oder Armstiele noch bis zur nächsten Theilung ohne *pinnulae*, weil diese Arme bis zum nächsten *axillare* nur ein *brachiale* besitzen und auch nach der folgenden Theilung in 20 Arme können die *pinnulae* wieder fehlen, wenn zwischen dem vorhergehenden und folgenden *axillare* nur ein *brachiale* liegt. Denn zur ersten *pinnula* sind zwei *brachialia* über der Theilung nothwendig.

([1]) Monatsbericht d. Akad. d. Wiss. 1841. p. 181. Wiegmann's. Archiv 1841. p. 141.

Auf diese Weise sind auch die bei *Comatula multiradiata* Goldfufs in der Abbildung bemerklichen Lücken ohne *pinnula* erklärlich. Es liegen 2 Glieder zwischen den *axillaria*, das erste hat an der äufseren Seite eine *pinnula.* Dieses ist bei den Comatulen ungewöhnlich und scheint damit zusammenzuhängen, dafs *C. multiradiata* Goldfufs wegen des Besitzes der sogenannten Beckenstücke zwischen dem Knopf und Kelch eine besondere Gattung (*Comaster* Agassiz) bildet. Das zweite *brachiale*, unter dem folgenden *axillare* entbehrt die *pinnula*, die an seiner inneren Seite stehen sollte, daher zu vermuthen ist, dafs es mit dem folgenden *axillare* ein Syzygium bildet. Ebenso bei den folgenden Theilungen, denn so lange die Verästelung fortdauert, fehlen die *pinnulae* an der inneren Seite. Nach der letzten Theilung befinden sich in der Abbildung hin und wieder pinnulaelose Doppelglieder, was nach den erörterten Erfahrungen auf einen Irrthum des Zeichners schliefsen läfst. Denn wenn an einem aus einer gröfsern Reihe von Gliedern bestehenden Arm eine Lücke ohne *pinnula* vorkommt, so kann dies nur ein *hypozygale* sein, ein Syzygium von 2 Gliedern ohne *pinnula* kommt aber an den freien Armen bei keiner *Comatula* vor und ist dieses blofs bei einem *axillare* oder den 2 ersten Gliedern über dem *axillare* möglich, wenn das erste Glied ein ganzes, das folgende aber ein *hypozygale* ist.

Aus richtigen Abbildungen der Stellung der *pinnulae* läfst sich daher in allen Fällen auf die Lage der Syzygien schliefsen, wenn diese nicht abgebildet sind, und umgekehrt läfst sich aus der Angabe der Syzygien die Stellung der *pinnulae* mit Sicherheit errathen.

Eine Abweichung von der alternirenden Stellung der *pinnulae* findet sich in der ganzen Abtheilung der Crinoiden nur einmal bei derjenigen Familie der ungestielten Crinoiden, die ich *costata* s. *testacea* nenne und von welcher die Gattung *Saccocoma* Agass. (*Comatula tenella, pectinata* und *filiformis* Goldf.) den Typus bildet. Hier sind *pinnulae oppositae*, zwei an jedem Glied. Goldf. Tab. LXII. Fig. 1-3.

Glieder der *pinnulae.* Die Glieder der *pinnulae* des *Pentacrinus* bilden eine Hohlkehle und sind daher auf dem Querdurchschnitt halbmondförmig, die äufsere Wand der Hohlkehle ist höher als die innere. Sie sind mehrentheils länger als breit. Das unterste ist sehr niedrig und hat eine abgerundete Basis, wodurch es in der bezeichneten Gelenkgrube des Armgliedes articulirt. Weiterhin entwickelt sich allmählig am Ende der Rückseite

der Glieder ein kurzer spitziger Fortsatz. Die Stärke der Glieder nimmt gegen das Ende der *pinnulae* ab. Die Gelenkflächen sind im Allgemeinen flach, und nur die Stelle, wo der Centralcanal, erhebt sich zuweilen unbedeutend.

Die Glieder der *pinnulae* der Comatulen sind im Allgemeinen ähnlich, sind aber in den einzelnen Arten vielen, zur Characteristik der Arten dienenden, Formverschiedenheiten unterworfen. Bei mehreren sind sie platt, besonders die untern stark erweitert, wie bei *Alecto carinata* Leach. Bei *A. echinoptera* Nob. haben die letzten 7 Glieder an der Rückseite einen hohen Kiel. Bei anderen zeigen sich an den Endgliedern lange Dörnchen an der Rückseite und am letzten Gliede kehren sich diese auch noch vorne zu Häkchen um, wie Savigny [1] bei *Alecto Savignii* Nob. schön abgebildet hat.

Muskeln der *pinnulae*. Die Glieder der *pinnulae* sind durch zwei kleine Muskeln unter einander verbunden, sie liegen an der Beugeseite des Gelenks. Auch an der Insertion der ganzen *pinnula* liegt ein Muskel, der von dem Armgliede ausgeht und sich an das erste Glied der *pinnula* befestigt. Er entspringt vom *processus muscularis anterior* des Gliedes und setzt sich an den vorderen äufseren Umfang des ersten Gliedes der *pinnula*. Durch seine Wirkung mufs er die *pinnula* gegen den Arm in aboraler Richtung anziehen und also niederlegen. Die Interarticularsubstanz und die Bänder der *pinnulae* haben denselben Bau wie an den Armen.

Bildung neuer Glieder der Arme und der *pinnulae*. Die neuen Glieder und ihre *pinnulae* bilden sich nur am Ende der Arme und die neuen Glieder der *pinnulae* nur am Ende der *pinnulae*, niemals durch Interpolation. An abgebrochenen Armen erfolgt der Wiederansatz in der Form eines dünnen Pfropfreises, welches auf der Mitte des Stumpfes, da wo der Centralcanal der Glieder, aufsitzt. So sieht man es nicht selten bei den Comatulen. In einem solchen Fall war die Bruchstelle des Armes die Nath eines Syzygiums, daher das *hypozygale* den Stumpf bildete, das unterste Glied der neuen dünnen Sprosse war hierzu das *epizygale* und trug die erste *pinnula* der jungen Sprosse. In einem anderen Fall war der Bruch über dem ersten Glied des Armes jenseits eines *axillare* erfolgt, die junge Sprosse

---

[1] *Description de l'Egypte. Echinodermes.* Pl. I. Fig. 1.

hatte am untersten Glied die erste *pinnula*, so dafs diese also wie gewöhnlich am zweiten Glied über dem *axillare* stand, das zweite Glied der jungen Sprosse hatte bereits ein Syzygium, so dafs also das dritte Glied über dem *axillare* sein gewöhnliches Syzygium hatte.

Sechster Abschnitt.

Von dem ventralen *Perisoma*.

1. Vom ventralen *Perisoma* des *Pentacrinus* und der Comatulen.

Die Kelchradien des *Pentacrinus* und der Comatulen sind durch eine Haut verbunden, die beim *Pentacrinus* und bei einigen Comatulen Kalkplättchen an ihrer Oberfläche hat, bei den mehrsten Comatulen aber nackt ist. Diese Haut geht von den Seitenrändern der Beugeseite der Kelchradien aus und die Kelchradien selbst sind gleichsam eine Verdickung und Gliederung in dem *Perisoma*, ohne dafs von jener Haut etwas über die Glieder wegginge. Zwischen den Armen schlägt sich das *Perisoma* der Scheibe zur Bauchfläche um und überzieht die ganze Bauchseite der Scheibe bis auf Mund und After. Auch an die äufseren Ränder der ersten Anfänge der Arme heftet sich das *Perisoma* der Scheibe fest.

Das *Perisoma* der Bauchseite der Scheibe geht von dieser auf die Bauchseite der freien Arme über und bedeckt die hier an den Armgliedern befindliche Rinne, bis in die äufsersten Theile, die *pinnulae*, ohne die Rinne selbst auszukleiden, indem es sich überall an die Ränder der Rinne der Skelettheile anheftet und hier in sie selbst übergeht. Alle Theile der Krone haben daher eine von Knochengliedern gebildete Dorsalseite und eine vom häutigen *Perisoma* gebildete Bauchseite. Nur so weit die Scheibe reicht, giebt es auch ein häutiges Dorsal-Perisom, nämlich zwischen den Kelchradien, indem der Körper des Thiers oder die Scheibe eben durch gröfsere Ausdehnung des an die Kelchradien und Arme angehefteten Perisoms gegen die Mitte des Sterns entsteht. Stellt man sich diese Ausdehnung ohne Verletzung bis auf ein kleines reducirt vor, so wird das dorsale Perisom der Scheibe ganz verschwinden, nämlich auch von den Rändern der Kelchradien

entspringend, nur diesen und der zwischen ihnen befindlichen Mitte des Sterns eine ventrale Bedeckung geben.

Das weiche Perisom an der Beugeseite der Arme und *pinnulae*, welches die Rinne der Skelettheile brückenartig deckt, hat unabhängig von letzterer Rinne eine Furche oder Halbcanal, an seiner Oberfläche, die Tentakelrinne. Diese Rinne ist beim *Pentacrinus* von zarten kleinen länglichen Knochenplättchen geschützt, welche auf den Rändern der Glieder aufsitzen und an jener Haut anhaften, aber frei über sie sich erheben. Sie bilden zwei ununterbrochene Reihen an den Seiten der genannten Rinne, die sie hoch überragen, auf den Raum eines Armgliedes kommen mehrere (4 und mehr) solcher Blättchen, kleiner und zarter kommen sie auch an dem Theil der Rinne vor, der sich aus der Rinne der Arme in dem ventralen Perisom über die *pinnulae* fortsetzt. Bei denjenigen Comatulen, deren ventrales Perisom an der Scheibe schon ohne Knochenplättchen ist, fehlen auch jene Knochenplättchen an der Rinne der Arme. Hier stehen dann weichere Blättchen von der Farbe der Haut, so bei *A. europaea* u. a. Diese Blättchen können sich, wie man beim lebenden Thiere sieht, vermöge der Haut, die sie verbindet, bewegen. An ihrer äufsern Seite geht ein Zug von dunkelrothen punktförmigen Flecken.

Die Säume der Rinne sind an ihrer inneren Seite mit sehr kleinen, dem blofsen Auge kaum sichtbaren, weichen cylindrischen Fühlerchen besetzt, welche sich sehr verlängern und verkürzen können und im verkürzten Zustand wie wurmförmig geringelt aussehen.

Diese Tentakeln sind hohl, am Ende geschlossen, abgerundet, ihre ganze Oberfläche ist noch mit kleineren cylindrischen, am Ende wenig angeschwollenen Fühlerchen besetzt.

Die Tentakelrinne entspricht den Bauchfurchen der Asterien, und ihre Fühlerchen den Füfschen der Asterien. Die Tentakelrinnen der *pinnulae* münden in die Tentakelrinne ihres Armes, die Tentakelrinnen der Armstämme gehen auf die Ventralseite der Scheibe über. Alles dieses verhält sich bei den Comatulen und *Pentacrinus* gleich.

Bei lebenden Comatulen sieht man diese Tentakeln in lebendiger wurmförmiger Bewegung. Sie sind wahrscheinlich im Stande, Nahrungsstoffe methodisch nach dem Munde von allen Armen und allen *pinnulae* zusammenzuführen, doch habe ich keine solche Bewegungen selbst gesehen.

Die Rinnen zweier zu einander gehöriger Arme, d. h. die auf einem gemeinsamen Kelchradius aufsitzen, convergiren auf dem Ventralperisom und vereinigen sich bald in eine, dadurch werden aus den 10 Tentakelrinnen des äufsern Umfanges der Scheibe 5, welche ihren Weg radial gegen den Mund fortsetzen. Hierdurch wird das Perisom der Bauchseite der Scheibe oder der Scheitel in 5 kleinere und 5 gröfsere Felder getheilt. Die kleineren, der Theilung in zwei Arme entsprechend, können Interbrachialfelder heifsen, sie erreichen den Mund nicht und liegen zwischen den convergirenden und sich vereinigenden Tentakelrinnen zweier Arme. Die gröfseren entsprechen den Zwischenräumen der 5 Kelchradien oder Armbasen an der Rückseite und setzen sich von da auf die Bauchseite fort, sie reichen von den Kelchradien am Rücken der Scheibe ununterbrochen auf die Bauchseite bis zum Mund. Es sind die Interpalmarfelder. Zwischen den 5 Haupttentakelrinnen zum Munde angelangt, endigen die Interpalmarfelder mit einem freien Winkel. Die 5 Winkel dieser Felder bilden die Klappen über dem Mund. Die Tentakelrinnen verhalten sich demnach auf der Bauchseite, wie sich die Skeletformation auf der Rückseite verhält. Wenn zwischen dem ventralen Perisom der Arme und den Skelettheilen der Arme Weichtheile liegen, die in der Scheibe zwischen Ventralperisom der Scheibe und dem Kelch gelegen sind, so liegen diese Weichtheile in beiden Fällen zwischen ganz analogen Theilen.

Die Tentakelfurchen der *pinnulae* und Arme führen durch die 5 Haupttentakelfurchen des Scheitels fortgesetzt, zum Munde, ohne sich vom peripherischen bis centralen Theil viel zu erweitern. Unter den 5 Mundklappen hängen die Tentakelrinnen durch eine ringförmige Rinne über dem Munde zusammen. Die beiden Tentakelreihen einer Tentakelfurche wenden sich hier aus einander in diese ringförmige Rinne und auf diese Weise hängen die Tentakelreihen mit denen der nächsten Furchen bogenförmig zusammen. Die Rinne um den Mund liegt zwischen Mund und den 5 Klappen und ist natürlich nur an ihrer äufsern Seite mit Tentakeln besetzt. Der Mund der Comatulen und Pentacrinen ist central und liegt also zwischen den Verbindungsbogen der 5 Tentakelrinnen unter den Klappen der Intertentacularfelder. Der After hingegen ist excentrisch und liegt in einem der 5 gröfseren oder Interpalmarfelder auf der Bauchseite, in eine Röhre verlän-

gert, welche bei den mehrsten Comatulen kurz ist, bei *Alecto palmata* eine beträchtliche Länge erreicht.

Bei den meisten Comatulen ist das ventrale Perisom überall blofs häutig und ohne Skeletblättchen, so ist es bei *Alecto europaea* Leach u. a. sowohl zwischen den Kelchradien als an der Ventralseite der Scheibe und der Arme und *pinnulae.*

Bei einigen Comatulen enthält die Haut mikroskopische Kalktheilchen in Form von Stäbchen, einfachen oder zertheilten Balken, Anfänge der Ossification.

In der Haut der *Alecto echinophora* Nob. ordnen sich jene Theilchen zu einem Netz mit einzelnen Papillen, bei anderen Comatulen treten schon sehr kleine ossificirte Plättchen auf, auf die man beim Betasten der Haut mit einer Nadel stöfst, wie bei *Alecto palmata* Nob. Gröfsere mit blofsen Augen sichtbare Täfelchen besitzt das *Perisoma* der Scheibe bei *Alecto Milleri* Nob. (*Comatula fimbriata* Mill. ([1]), *Alecto tessellata* Nob. ([2]) u. a. Eine colossale *Comatula* des Wiener Museums, *Comatula solaris* Mus. Vienn. (verschieden von *C. solaris* Lam.), die ich unter dem Namen *Actinometra imperialis* ([3]) beschrieben, hat die Oberseite der Scheibe mit Kalkplättchen bedeckt, auf denen blumenartige kurze kalkige Knötchen aufsitzen, mit 3-5 blattartigen Fortsätzen.

Beim *Pentacrinus caput Medusae* ist das Perisom der Scheibe unten zwischen den Kelchradien und oben auf dem Scheitel mit dünnen Knochenplättchen incrustirt; solche bekleiden auch die Seitenränder des ventralen Perisoms der Arme und *pinnulae*, so dafs der mittlere Theil der Beugeseite, wo die Tentakelrinne, weich bleibt, indem sie von den hier frei aufgerichteten Kalkplättchen jederseits geschützt wird. Auch bei *Alecto Milleri* Nob. (*Comatula fimbriata* Mill., verschieden von *C. fimbriata* Lam.) kommen nach Miller, der sonst die Tentakelrinne nicht kannte, Kalkplättchen an der ventralen häutigen Seite der Arme vor.

([1]) Abgebildet in Miller *natural history of the Crinoidea.*

([2]) Beschrieben im Monatsbericht der Akad. der Wissenschaften 1841. p. 184. Wiegmann's Archiv. 1841. I. p. 144.

([3]) Monatsbericht der Akademie. 1841. p. 181. Wiegm. Archiv. 1841. I. p. 141.

Die aufrecht stehenden Kalkplättchen, welche beim *Pentacrinus* die Rinne auf den Armen bekleiden, folgen den Rinnen auch auf dem Scheitel; unter der weichen Haut, welche die Rinne des Scheitels auskleidet, liegen aber noch kleine Kalkplättchen des Perisoms.

Die Knochenplättchen liegen an allen übrigen Stellen in dem Perisom zwischen den Radien und auf dem Scheitel ganz nackt zu Tage. Sie zeigen an der Dorsalseite (zwischen den Kelchradien) und Ventralseite einen merkwürdigen Unterschied. Die Knochenplättchen der Ventralseite in den Interpalmarfeldern und Interbrachialfeldern zeigen nämlich schon bei geringer Vergröfserung eine Anzahl Poren. Taf. III. Diese Löcherchen, deren Zahl nach der Gröfse der Plättchen verschieden ist, kommen nur an der Bauchseite der Scheibe vor und die Skeletblättchen der Interradialhaut des Kelches zeigen keine Spur davon. Auch an den aufgerichteten Kalkplättchen, welche die Tentakelrinne bekleiden, befinden sich nie solche Poren. Durch diese capillaren Poren kann das Wasser bis in die Nähe des im Kelch liegenden Eingeweidesacks eindringen.

In Miller's Abbildung vom Scheitel des *Pentacrinus caput Medusae* und in Buckland's [1] Abbildung des Scheitels des *Pentacrinus Briareus* sind die Tentakelrinnen übersehen. An meinem Exemplar des *Pentacrinus caput Medusae* ist zwar die Haut der Bauchseite der Scheibe gänzlich zerrissen, aber an den Resten ist die eben beschriebene Structur noch sehr sicher zu erkennen. Die Afterröhre ist noch nicht direct bei *Pentacrinus caput Medusae* gesehen, in dem von Miller beschriebenen und abgebildeten Exemplar müfste sie wohl zu entdecken sein, sie mufs sich ganz so wie bei den Comatulen verhalten und also in einem der 5 Interpalmarfelder stehen, dagegen ist sie in Buckland's Abbildung vom *Pentacrinus Briareus* wohl zu erkennen. Auf Tab. III. Fig. 1 unserer Abbildungen ist eine vergröfserte Ansicht von der Scheibe unseres Exemplars des *Pentacrinus caput Medusae* in dem zerstörten Zustande des gröfsten Theils des ventralen Perisoms gegeben. Die andere Abbildung Fig. 2 ist durch Interpolation nach Anleitung der Comatulen ergänzt, also imaginär in allen Theilen, welche in der ersten Abbildung fehlen.

---

[1] Buckland *Geology and Mineralogy.* Tab. 51. Fig. 2.

Die schon einmal erwähnte colossale *Comatula* des kaiserlichen Naturalienkabinets zu Wien, die ich unter dem Namen *Actinometra imperialis* beschrieben habe, zeichnet sich, so weit sich an dem trocken aufbewahrten Thiere erkennen läfst, durch eine sehr auffallende Formation des Scheitels aus, während sie sonst in allen Beziehungen mit den Comatulen übereinkommt. Auf dem Scheitel, der mit ansehnlichen blumenartigen Kalkplättchen bedeckt ist, ist keine Spur von Furchen, die nach dem Centrum der Scheibe gehen. Auch ist dort nichts von dem Munde zu sehen. Die Mitte der Bauchseite nimmt eine Röhre ein. Die Arme haben die ventrale Furche, die Furchen der 10 Arme münden aber in gleichen Abständen in eine die Scheibe am Rande umziehende Cirkelfurche. Diese eigenthümliche Bildung liefse sich durch eine unsymmetrische Vergröfserung desjenigen Interpalmarfeldes, worin die Afterröhre steht, über den ganzen Scheitel und auf Kosten der andern Interpalmarfelder erklären, so dafs der Mund aus der Mitte des Scheitels ganz an die Seite, zwischen je zwei Arme geräth. Es ist mir aber nicht gelungen, den Mund hier zu finden. Eine völlige Gewifsheit darüber, ob diese Comatul wirklich generisch von den andern verschieden ist, läfst sich nur bei in Weingeist erhaltenen Exemplaren derselben Thierart erhalten, denn es läfst sich allerdings eine solche Verzerrung des ventralen Perisoms denken, dafs dasjenige der 5 Interpalmarfelder, worin die Afterröhre steht, den gröfsten Theil der Scheibe einnimmt, und dafs die Rinnen, welche dieses Interpalmarfeld begrenzen, den Seitenrand der Scheibe umziehen. Bis zur Herausgabe der Naturgeschichte der Comatulen hoffe ich hierüber Gewifsheit zu erhalten [1].

2. Vom Scheitel der *Crinoidea tessellata* mit Armen.

Scheitel der gestielten *Crinoidea tessellata* mit Armen. Vergleicht man den Scheitel der gestielten *Crinoidea tessellata* mit Armen mit dem der *articulata*, so zeigt sich wenig Ähnlichkeit. Der Scheitel dieser Thiere ist von ziemlich dicken, bis $\frac{1}{2}$ Linie dicken, Plättchen oder Plat-

---

[1] Im Museum zu Lund habe ich hernach noch 2 trockne Comatulen gesehen, an welchen das ventrale Perisom sich ebenso verhielt, wie an der Wiener *Comatula*. Es sind: *Asterias multiradiata* Retz. *diss.* p. 35 spec. 48 und *Asterias pectinata* Retz. *diss.* p. 34 spec. 47, deren Beschreibung ich in Wiegmann's Archiv 1843 geliefert habe.

Zusatz.

ten gebildet, welche mit ihren Rändern aneinander stofsen und sich auch noch in dieser Art auf den Anfang der Arme fortsetzen. Bei *Platycrinus ventricosus, microstylus, rugosus*, deren Scheitel vorliegen und Taf.VI. abgebildet sind, ist ihre Zahl sehr gering und bei *Platycrinus ventricosus* reichen 12 dicke Platten hin, den ganzen Scheitel zu bedecken. Diese Platten zeichnen sich hier durch die langen Spitzen oder Stacheln aus, in welche sie auslaufen. Gerade in der Mitte des Scheitels liegt eine dieser grofsen Platten. Zu einer solchen Vertheilung von Tentakelrinnen, wie bei den Pentacrinen und Comatulen ist hier gar kein Platz. Obgleich die Scheitel an den vorgelegten Kelchen von 3 Species von *Platycrinus* und 2 Species von *Actinocrinus* alle vollkommen erhalten sind, so zeigen sich doch niemals 2 Öffnungen, Mund und After, immer ist nur eine Öffnung vorhanden, entweder in der Mitte, wie bei *Actinocrinus*, wo sie bekanntlich in eine mit Asseln bedeckte Röhre ausgezogen ist, oder an der Seite des Scheitels zwischen den Armen, wie bei den *Platycrinus* (und einem Theil der *Melocrinus*). Bei *Pentacrinus* ist zwar der After in einem der Interpalmarfelder nicht gesehen, denn bei dem untersuchten Exemplar ist der Scheitel bis auf den peripherischen Theil zerstört, indefs mufs sich dieser wie bei *Comatula* verhalten. Liegen sich Mund und Afterröhre sehr nahe, wie bei *Alecto palmata* Nob., wo die Afterröhre, in der Spitze ihres Interpalmarfeldes stehend, den Mund fast bedeckt, so könnte zwar die Mundöffnung ganz unsichtbar geworden sein, indefs sieht man an den vorgelegten Scheiteln alle Linien der zusammenstofsenden Platten sehr deutlich und man darf nicht bestimmt annehmen, dafs die gestielten *Crinoidea tessellata* mit Armen zwei getrennte Öffnungen besitzen, da eine andere Abtheilung von *Crinoidea* (*Holopus* d'Orb.) keinen After hat und es, wie weiter erörtert werden soll, unter den Asterien Gattungen mit After und ohne After giebt ([1]).

([1]) Ich verweise zur Vergleichung noch auf die vorhandenen Abbildungen von Scheiteln der gestielten *tessellata* mit Armen.

Actinocrinus, Parkinson *Organic Remains* Taf. XVII. Fig. — *A.* 30 *dact.* Miller Taf. II. Goldf. Taf. LIX. Fig. 3-5. Phill. Tab. IV. Fig. 16. — *A. polydact.* Ebend. Fig. 17. — *A. Gilbertsoni* Phill. Taf. IV. Fig. 19. — *A. globosus* Ebend. Fig. 26. 29.

Platycrinus laevis Phill. Tab. III. Fig. 14. 15. *P. granulatus* Ebend. T. III. Fig. 16. *P. tuberculatus* Ebend. Tab. III. Fig. 17. *P. rugosus* Ebend. Tab. III. Fig. 20. *P. ellipticus* Ebend. Tab. III. Fig. 19. 21. *P. gigas* Ebend. Tab. III. Fig. 22. 23. *P. elongatus* Ebend. Tab. III. Fig. 24. 26.

Dafs nun bei den *Crinoidea tessellata* ohne Tentakelfurchen auf dem Scheitel, solche auch an den Armen fehlen werden, läfst sich vermuthen, schon der Anfang der Ventralseite der Arme wird bei den *Platycrinus, Actinocrinus* u. a. von Knochenplättchen, ähnlich denen des Scheitels, aber kleiner, bedeckt. Von einer circulären Furche am Rande der Scheibe, welche Furchen von der Oberfläche der Arme aufnähme, zeigt sich auch keine Spur.

Wenn *Eugeniacrinus mespiliformis* Goldf. wirklich ein Crinoid mit Armen ist, die ihm Goldfufs beilegt, so ist er nicht allein der Typus eines neuen Genus in der Abtheilung der gestielten Crinoiden mit Armen, sondern selbst der Typus einer eigenen, von den gestielten *Crinoidea tessellata* mit Armen abzusondernden, Familie der *Testacea*, indem der Kelch und Scheitel desselben wie bei den armlosen *Pentremites* eine zusammenhängende feste Schale bildet und wie bei diesen 5 gegen den Mund aufsteigende Tentakelfelder dieser Schale hat. Hierher würde auch *Platycrinus pentangularis* Mill. als eigenes Genus gehören, wenn er wirklich Arme haben sollte, die Miller abbildet. Indefs behauptet Phillips, dafs dieser Crinoid ein Pentremit sei und dafs ihm Miller Arme beigefügt habe. Obgleich diese Bemerkung in keiner Weise von Phillips begründet ist, so läfst sich gleichwohl nicht verkennen, dafs die abgebildeten 5 Arme, welche einfach fortlaufend 6 Glieder bis zum *axillare* besitzen, unter den Crinoiden ganz ungewöhnlich sind.

Der Scheitel der ungestielten *Crinoidea tessellata* (*Marsupites*) ist noch nicht bekannt, denn was Mantell (¹) in seiner Abbildung dafür nimmt, jene gegliederten Reihen, sind sowohl nach der Abbildung als nach der Bemerkung, dafs diese Gliederchen nierenförmig sind und auf der Berührungsfläche einen Riff haben, offenbar von den Armen abgelöste *pinnulae*.

Melocrinus hiroglyphicus Goldf. Tab. LX. Fig. 1. — *M. gibbosus* Tab. LXIV. Fig. 2.
Cyathocrinus planus Miller Fig. 28. 29.
Rhodocrinus crenatus Goldf. Tab. LXIV. Fig. 3.
Gilbertsocrinus mammillaris Phill. Tab. IV. Fig. 23. — *G. bursa*, ebend. Fig. 24.
Hypanthocrinus (*Eucalyptocrinus*) *decorus* Phill. Murch. p. 672. Tab. XVII. Fig. 3.
Caryocrinus ornatus Say *zool. Journ.* Vol. II. Tab. XI. Fig. 1. Blainv. *Actinol.* Tab. XXIX. Fig. 5.

(¹) Mantell *geology of South-Eeast of England.* London 1833. p. 114.

Bei den ungestielten *Crinoidea costata* seu *testacea* mit Armen (*Saccocoma* Ag., *Comatula tenella, pectinata, filiformis* Goldf.) ist der Scheitel auch schalig, das nähere Verhalten aber noch unbekannt; in der Abbildung der *Comatula tenella* von Goldfufs erscheint der Scheitel zusammenhängend schalig. Von den Armen laufen 5 flache Vertiefungen zum Munde.

Scheitel der Crinoiden ohne Arme. Die gestielten Crinoiden ohne Arme bilden 2 Familien. Beide sind höchst wahrscheinlich mit getrennter Mund- und Afteröffnung versehen. Die einen zeichnen sich durch ihre auf einer unbeweglichen Schale ausgeprägten Tentakelfelder, die sternförmig am Munde zusammen kommen, aus. Es sind die Pentremiten. Um den Mund befinden sich bekanntlich 5 Öffnungen, wovon jede der Spitze eines Intertentakelfeldes entspricht und eine sehr viel gröfser als die übrigen ist. An den Pentremiten, welche Hr. von Buch mitzutheilen die Güte hatte, liefs sich durch Aufräumung der Löcher ermitteln, dafs jedes der 4 kleineren Löcher in der Tiefe durch eine senkrechte Scheidewand in zwei getheilt ist. In dem grofsen fünften Loch fehlte diese Scheidewand in der Mitte, dagegen fand sich jederseits eine Leiste, so dafs diese Öffnung in zwei seitliche kleine und eine mittlere grofse zerfällt. Die seitlichen entsprechen den übrigen Öffnungen und sind mit diesen wahrscheinlich Ausgänge für Eier und Samen. Das Verhalten der Öffnungen bestätigte sich an den Pentremiten des mineralogischen Museums.

Die *Tessellata* dieser Abtheilung ohne Stern von Tentakelfelder sind die Sphaeroniten mit den von Hrn. von Buch aufgestellten Gattungen derselben ([1]). Ihre innige Verwandtschaft mit den übrigen Crinoiden ist durch ebendenselben so überzeugend bewiesen, dafs davon hier keine Rede sein kann. Mund und After sind nachgewiesen, liegen auseinander und sind bei einigen noch von einer dritten (Geschlechts-) Öffnung unterschieden.

Die letzte Abtheilung der Crinoiden wird von den Crinoiden mit Armen und festgewurzeltem Kelch aus einem röhrigen Stück gebildet, *Holopus* d'Orb. Sie scheinen nach dem Wenigen, was von ihnen bekannt ist, keinen After zu besitzen. Von den Armen ziehen sich Furchen gegen den

---

([1]) Auszug aus dem Monatsbericht der K. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Monat März 1840, mit Abbildung.

Mund. Diese Thiere sind hier das, was die Afterlosen unter den mit einem Afterporus versehenen Asterien.

Siebenter Abschnitt.

Vom Innern des Körpers und der Arme.

1. Von den Eingeweiden im mittleren Theile des Körpers.

Bauchhöhle. Die innere Fläche des Kelchs und Scheitels der Comatulen ist glatt und von einer dünnen häutigen Schichte bedeckt, welche an den häutigen Theilen des Kelchs und am Scheitel innig mit dem eigentlichen Perisom verwachsen ist und sich nur künstlich davon trennen läfst, an der innern Fläche der Radien hingegen sind beide in so weit getrennt, als die auf der Beugeseite der Radien liegenden Muskeln und die Radien hier noch von einer dünnen häutigen Schichte bedeckt sind, die Radienglieder selbst aber als Verdickungen des Perisoms zu betrachten sind. Beim *Pentacrinus* ist eine innere häutige Schichte des Kelches deutlicher unterschieden. Die äufsere Schichte des Perisoms bilden hier die ossificirten gröfseren Plättchen, die vorher beschrieben worden, an der innern Schichte dagegen sieht man nichts von diesen Platten. Das Perisom fühlt sich mit der Nadel rauh an, von kleinen kalkigen Incrustationen, die sehr viel kleiner sind als die Platten des äufsern Perisoms. Man trifft sie sowohl an der innern Fläche des Kelchs als des Scheitels. Da wo die Radien des Kelchs, geht diese Schichte über sie und ihre Muskeln so hinweg, dafs die innere Fläche des Kelches ganz gleichförmig aussieht und man die Radien selbst von innen nicht sieht. Tab. III. Fig. 1.

Eingeweidesack. Die Eingeweide zwischen Kelch und Scheitel sind von einer besondern sackförmigen Haut zusammen so umhüllt, dafs die Eingeweidemasse äufserlich ganz der Form der Körperhöhle entspricht. Dieser Eingeweidesack ist von Heusinger bei den Comatulen bereits beschrieben; bei meinem Exemplar von *Pentacrinus* ist er mit den Eingeweiden verloren gegangen. Im Innern des Sacks windet sich der Darm der Comatulen vom Mund bis zur Afterröhre, so dafs der äufsere Umfang seiner Windung mit der innern Fläche der sackförmigen Membran innig verwachsen ist. Mit der innern Fläche des Perisoms steht letztere an den mei-

sten Stellen nur in sehr lockerer Verbindung, so dafs sie sich leicht davon abheben läfst. Heusinger fand einigemal etwas Flüssigkeit zwischen beiden, in der Regel fand ich sie durch zartes Bindegewebe dem Perisom leicht anhängend. An zwei Stellen hängt sie aber mit dem Perisom fest zusammen, erstens um den Mund herum und zweitens an dem mittlern untern Theil des Kelches. An letzterer Stelle zeigte die die Eingeweidemasse umgebende Haut bei den Comatulen zuweilen eine unregelmäfsige poröse kalkige Incrustation. Aber in der ganzen Ausdehnung des Eingeweidesacks findet man unter dem Mikroskop überall Spuren eines Kalknetzes, und aufserdem gestreifte unregelmäfsige, breitere Ablagerungen von einer andern zerbrechlichen durchsichtigen Substanz, welche von Essigsäure ohne Aufbrausen aufgelöst wird. Sie ist vielleicht die Ursache der weifsen Farbe dieser Haut. Das Kalknetz mufs auch der mit dem Eingeweidesack verwachsenen Haut des Darms angehören; denn man sieht es auch bei mikroskopischer Untersuchung der von der Mitte des Thiers in den Darm vorragenden, seinen Windungen folgenden Leiste, von welcher sogleich gehandelt werden soll. Die von Dujardin erwähnten *plaques calcaires sécrétées dans l'epaisseur de la membrane stomacale* sind auf diese verschiedenen Ablagerungen des Eingeweidesacks und der Darmwand zu beziehen.

Spongiöse Masse in der Mitte des Körpers. Zwischen den Darmwindungen liegt in der Mitte eine weiche spongiöse Masse, sie bildet eine Art Spindel, um welche sich der Darm vom Munde bis zur Afterröhre windet. Diese spongiöse Masse enthält viele kleinere und gröfsere mit einander communicirende Höhlungen und Canäle.

Darmcanal. Der Mund führt in die Speiseröhre in schiefer Richtung. Diese ist ein kurzer Canal, welcher die Richtung nach auswärts abwärts gegen den Theil des Körpers nimmt, auf welchem die Afterröhre steht. Bald öffnet sie sich in den Darm. Dieser beginnt mit einem Blindsack und behält dann seine Weite, die viel beträchtlicher ist als die der Speiseröhre, bis zu seinem Ende. Er läuft in einer Windung nach rechts um die Spindel bis wieder zur Afterröhre, Ende und Anfang des Darms berühren sich daher. Der Anfang des Darms liegt nämlich neben dem Ende desselben und zum Theil noch unter dem gleichfalls blindsackigen Ende, aus welchem sich nach aufwärts die Afterröhre erhebt. Die innere Wand der Darmhöhle besitzt eine der *lamina spiralis* der Schnecke vergleichbare schwammige dicke

Leiste, welche, von der Spindel ausgehend, ins Innere des Darms weit vorspringt und von der Einmündung der Speiseröhre bis an die Stelle zu verfolgen ist, wo der Darm in die Afterröhre übergeht. Diese Bildung ist bisher von keinem Beobachter erwähnt. Nach Heusinger soll sich am Übergang der Mundhöhle in den Darm eine Klappe befinden, dies ist aber nichts anders als der Anfang der merkwürdigen Klappe, welche durch den ganzen Darm zu verfolgen ist. An der innern Seite des Darms befinden sich auch viele Vertiefungen gegen die mittlere spongiöse Masse der Spindel, mit welcher die anliegende Darmwand gerade so, wie der äufsere Umfang des Darms mit dem Eingeweidesack verwachsen ist. Die Spiralplatte enthält auch Spuren des Kalknetzes. Zwischen dem äufseren Umfange des Darms und dem Eingeweidesack befindet sich eine nur äufserst dünne Schichte der spongiösen Substanz.

Taf. V. Fig. 7 ist eine Ansicht des ganzen aufgeschnittenen Darms von oben. *a.* Mund. *b.* Reste der oberen Scheibendecke. *c.* aufgeschnittene Speiseröhre. *d.* Anfang des Darms. *e.* Windung des Darms. *f.* Spiralplatte. *g'.* Afterröhre. Fig. 8 stellt einen senkrechten Durchschnitt durch die Darmhöhle in der Richtung der Linie *x* Fig. 7 dar. Fig. 9 ähnlicher Durchschnitt in der Richtung des Radius, in welchem die Speiseröhre liegt. *c.* Speiseröhre. Fig. 10 Durchschnitt in einer Richtung, welche durch das Ende und den darunter liegenden Anfang des Darms zugleich durchgeht. *o.* Spindel. *f.* Spiralplatte. *y.* Sonde aus der Speiseröhre *c* in den Anfang des Darms *d.* *g.* Ende des Darms. *h.* Ende der Spiralplatte. *g'.* Afterröhre.

In der Darmhöhle befindet sich immer ein consistenter Speisebrei. Er enthält aufser kleinen Kügelchen mehr oder weniger deutlich erkennbare Reste von Thieren. Unter diesen sind Theile von Entomostraceen, Borsten, Klauen, am häufigsten sichtbar. Nicht selten sind Arten der Gattungen *Navicula, Actinocyclus, Coscinodiscus* Ehrenberg.

Seltener fand sich die Taf. VI. Fig. 4 abgebildete Form einer Scheibe von 0,004 Zoll Durchmesser, worin ein Stern mit 14 Strahlen liegt, dessen Arme den Rand der Scheibe berühren. Dieser Stern ist eine Doppelfigur und besteht aus einem vordern und hintern Stern, wovon jeder 7 Strahlen hat, die Strahlen des hinteren stehen in den Zwischenräumen der Strahlen des vorderen. Von den einspringenden Winkeln des Sterns gehen radienförmige Linien zum Centrum. Säuren lösen diese Körper nicht auf.

Eine andere Form glich einem Haarstern, von einem kleinen mittlern runden Körper gingen 14-16 dünne fadenartige Strahlen aus, welche sich bald gabelförmig theilten und sehr lang waren. Tab. VI. Fig. 5. Diese Strahlen befanden sich in einer Ebene. Das Ganze war einigemal gröfser als die vorhin bezeichnete Figur. Einmal fand sich ein sehr zierliches Körperchen von der Form einer Kanzel, ohngefähr so grofs wie die erst beschriebene Figur. Tab. VI. Fig. 6. Einigemal wurde das Tab. VI. Fig. 7 abgebildete Körperchen von 0,003 Zoll gesehen, welches aus einer Scheibe zu bestehen schien, welche sich einerseits in einen Kegel, auf der andern Seite in 2 zakkige Kegel erhob und im Innern eine dunklere körnige runde Masse einschlofs. Noch andere eigenthümliche Formen sind auf derselben Tafel abgebildet.

Diese kleinen Organismen werden von den Armen her durch die Thätigkeit der *Tentacula* in den Furchen nach dem Munde gebracht. Daher der Darm der Comatulen eine gute Gelegenheit bietet, die unauflöslichen Körper mikroskopischer Organismen zu untersuchen.

Als Athemorgan ist wahrscheinlich die Afterröhre zu betrachten, wie Heusinger vermuthet. Die innere Haut derselben wird von einer in Längsfalten gelegten Schleimhaut gebildet. Die Falten springen am Rande der Röhre etwas vor und daher ist der Rand der Afterröhre gekerbt. Diese Schleimhaut hat Wimperbewegung. Die Falten hören am untern Ende der Röhre auf und hier setzt sich die Schleimhaut in die glatte Haut des Darms fort. Zwischen der äufsern und innern Haut der Afterröhre liegt eine Schicht von Längsmuskelbündeln, welche an der Basis der Röhre auseinander weichen und sich vielleicht noch weiter im Perisom der Scheibe verbreiten. Das faltige Organ der Afterröhre kann als Afterkieme angesehen werden, das Gegentheil der Kiemen der Ascidien.

2. Organisation des Innern der Arme.

Nerven der Arme. An den Armen des *Pentacrinus* und der *Comatula* liegen zwischen den Gliedern und der häutigen vom Perisom herstammenden Bedeckung der Rinne, unter der Tentakelrinne zwei häutige Canäle übereinander. Zwischen beiden liegt der Nervenstrang des Arms, von einer häutigen Hülle besonders umgeben, er macht jeder *pinnula* gegenüber eine längliche schwache Anschwellung, von welcher der Nervenfaden in die *pinnula* abgeht. Der untere Canal wird gegen die Scheibe schnell enger

und scheint zuletzt ganz aufzuhören, wenn er nicht, wie es bei einigen Comatulen schien, durch eine sehr enge Öffnung in den Kelch zwischen diesem und dem Eingeweidesack führt. Er liegt am Arm in der Tiefe der Rinne der Glieder und ist seitlich comprimirt. Von ihm gehen bei *Pentacrinus* von Stelle zu Stelle kurze conische Divertikel ab, welche zwischen zwei Glieder bis auf die Interarticularsubstanz eindringen und mit ihrem Ende an den Gliedern festgewachsen sind, so dafs sie sich hier ohne Zerreifsung des Divertikels nicht ablösen lassen.

Tentakelcanal. Der obere Canal, den wir Tentakelcanal nennen, liegt zunächst unter der Tentakelfurche, von ihm scheinen die Fühlerchen mit Flüssigkeit versorgt zu werden. Dieser Canal ist bei dem *Pentacrinus* überall einfach, bei den Comatulen ist er an manchen Stellen der Arme durch ein senkrechtes Scheidewändchen getheilt. Wo die Tentakelrinne vom Arm auf die Scheibe übergeht, bleibt der Canal unter der Tentakelrinne und gelangt mit dieser zum Mund, in dem er weiter wird und zwischen Perisom und Bauchhöhlenhaut verläuft. Am Munde senkt er sich in eine der Höhlen ein, welche zahlreich die spongiöse mittlere Masse der Scheibe durchziehen. Alle 5 Canäle münden in diese ein.

Verbindungen zwischen diesem Canal und den Fühlerchen wurden bei *Pentacrinus* sehr deutlich beobachtet, in dem von kleinen Knochenplättchen incrustirten Perisom unter den Tentakelrinnen der Scheibe sind ziemlich regelmäfsig geordnete Löcherchen, welche aus dem Innern des Tentakelcanals zu den Fühlerchen führen. Diese Poren befinden sich theils in kleinen Kalkplättchen, theils zwischen ihnen. An der Scheibe liegen die Tentakelcanäle zwischen dem Perisom und der dasselbe auskleidenden Bauchöhlenhaut.

Geschlechtstheile. An den *pinnulae* der Comatulen liegen die Eierstöcke, wo sie von Dujardin und Thompson zuerst bemerkt sind. Sie befinden sich an der untern Hälfte der *pinnulae*, die bei den reifen Comatulen stark angeschwollen ist. Das Perisom und die Tentakelrinne gehen über die Eierstöcke weg. Die von Thompson bemerkte Öffnung mufs erst durch Dehiscenz entstehen, ich sah solche nicht an den angeschwollenen *pinnulae*. Die Eierstöcke und die Eierchen sind an den wesentlichen Theilen zu erkennen, man unterscheidet Dotter, Keimbläschen und bläschenartigen Keimfleck. Dergleichen Eierchen fanden sich hier nicht bei allen

Individuen der Comatulen und das untersuchte Exemplar von *Pentacrinus caput Medusae* zeigt keine Spur davon. Die dickern Theile der *pinnulae* enthalten hier eine Art Schlauch mit dicken Wänden.

Bei den Individuen der Comatulen mit Eierstöcken tragen alle *pinnulae* dergleichen. Dieses sind auf jeder Seite eines Arms bei den zehnarmigen Comatulen gegen 70. Diese Thiere besitzen daher gegen 1400 und mehr Eierstöcke, eine Vermehrung dieser Organe, welche an die pflanzlichen Verhältnisse erinnert. Unter den Thieren bieten die Bandwürmer etwas ähnliches dar, insofern alle reifen Glieder derselben mit besondern Eierstöcken versehen sind ([1]).

Eierstöcke finden sich nur bei einem Theil der Individuen der Comatulen an der bezeichneten Stelle. Andere haben zwar auch Anschwellungen der *pinnulae*, aber keine Eierchen darin. Bei der von Capt. Wendt mitgebrachten grofsen neuen *Alecto echinoptera* Nob., fand ich die männlichen Organe im strotzendsten Zustande. Sie liegen an denselben Stellen wie die Eierstöcke bei den Weibchen, doch gingen diese Anschwellungen mehr in die Breite. Der Hoden ist ein unregelmäfsiger am Rande seitlich in mehrere Abtheilungen eingeschnittener Schlauch, der gegen die Basis der *pinnula* am dicksten ist, in entgegengesetzter Richtung dünner, plötzlich endigt. Er enthielt eine geronnene Masse ohne Spur von Eikeimen.

In Triest habe ich Gelegenheit gehabt, die Hoden bei vielen Comatulen frisch und die Spermatozoen unter dem Mikroskop zu untersuchen ([2]). Eierchen und Spermatozoen kommen immer nur bei verschiedenen, nie bei demselben Individuum vor. Die Spermatozoen bewegten sich sehr lebhaft, sie hatten einen kugeligen Knopf, den Schwanzfaden habe ich wegen der Feinheit nicht gesehen und aus den Bewegungen erschlossen.

Hiernach sind die Comatulen in Geschlechter getrennt, wie es von den anderen Echinodermen durch Valentin, Rathke und Peters erwiesen ist. Dafs es sich bei den gestielten Crinoiden, wenigstens den *Comatula* so ähnlichen Pentacrinen ebenso verhalte, läfst sich nur aus dem oben erwähn-

---

([1]) Nur die vielköpfigen Coenuren und die Echinococcen (letztere zu einer gewissen Zeit ihrer Entwickelung, Archiv 1836. Jahresbericht CVII.) können als zusammengesetzte Thiere, gleich den Polypen u. a. angesehen werden.

([2]) Monatsbericht der Akademie der Wissenschaften. 1841. Mai. p. 189.

ten Factum vermuthen. Diese an den Boden gehefteten Thiere würden daher in Hinsicht des Geschlechtes und der Befruchtung den Pflanzen mit getrennten Geschlechtern gleichen. Die grofse Menge der Stiele, welche man zuweilen nebeneinander im Gestein antrifft, beweist, dafs diese Thiere dicht stehen und dafs die Befruchtung bei getrennten Geschlechtern selbst hier keine grofsen Hindernisse antreffen kann.

3. Vereinigung der Centralcanäle der Skelettheile in der Basis des Kelches.

In der Basis des Kelchs des *Pentacrinus* zwischen den 5 Beckenstükken oder *basalia* und zwischen den 5 ersten *radialia* befindet sich eine Erweiterung des Centralcanals des Stengels, welche nach oben von der innern kalkigen Schichte des Perisoms gedeckt ist, aber durch eine Öffnung mit dem Innern des Kelches zusammenhängt. Bei den Comatulen befindet sich diese centrale Höhle theils im Innern des Knopfes, theils zwischen den 5 ersten Radialgliedern. Von dieser Höhle gehen die Centralcanäle in die Radien und bei den Comatulen in die Cirren des Knopfes ab. Taf. V. Fig. 12. vergl. Goldf. Tab. LXI. Fig. 1 *L.* Im Innern der Centralhöhle der Skelettheile liegt das von Heusinger bereits beobachtete herzartige Organ. Es ist aber nicht ringförmig, sondern ein Säckchen, welches nach den Seiten die Gefäfse für die Centralcanäle der Radien, nach unten die Gefäfscanäle der Cirren und nach oben einen starken Canal in die auf der Basis des Kelches angewachsene spongiöse Spindel der Eingeweide abgiebt, die auch von einem zarten Kalknetz durchzogen ist.

Auf der Oberfläche dieses Säckchens befindet sich ein Geflechte von faserigen Strängen gleich einem durchbrochenen Korbe. Taf. V. Fig. 13. Dieses Geripp von faserigen Leisten setzt sich auf die Centralcanäle der Radien fort. Auf welche Weise die Verbreitung der Säfte von diesem Organ in dem ganzen Skelet, im Stengel der *Pentacrinus* und in den Gliedern der Arme und *pinnulae* geschieht, ist mir unbekannt geblieben. Die Zufuhr der Säfte geschieht offenbar durch den aus der spongiösen Spindel der Eingeweide kommenden Canal. Die Verbreitung der Centralcanäle im Stengel, in den Cirren, in den Armen und *pinnulae* der *Pentacrinus* und Comatulen ist schon bei den Skelettheilen beschrieben.

Achter Abschnitt.

Über die Unterschiede des Baues der Crinoiden und Asteriden.

Da die Arme den Crinoiden fehlen können, bis zur schaligen Form der Seeigel, der After bei vielen oder den meisten Asterien vorkommt, so ist es in der That schwer zu sagen, was ein Crinoid sei. Der einzige constante eigenthümliche Character dieser Abtheilung der Echinodermen ist, dafs sie in der Jugend oder das ganze Leben hindurch gestielt sind und dafs, wenn Armradien vorhanden sind, ihre Glieder vom dorsalen Theil des Kelchs ausgehen, dagegen die Wirbel bei den Asterien immer der ventralen Seite angehören, und dafs die Glieder der Radien und Arme der Crinoiden Verkalkungen des Perisoms sind, die Gliedersäulen der Asteriden dagegen dem Perisom nicht angehören. Auch sind die Armfortsätze nur bei den Crinoiden gegliedert.

Dafs die Glieder der Kelchradien und Arme der Crinoiden nicht von der Haut überzogene Theile, sondern Indurationen der Haut selbst sind, lehrt ihre vergleichende Anatomie. Denn die ventrale Haut geht von ihrem Rande aus und bei den Tessellaten tritt die Interradialhaut durch Entwickelung von Asseln in eine Linie mit den Radialasseln. Die Reihe wirbelartiger Stücke in der Tiefe der Armfurchen der Asterien, welche aus 2 Seitentheilen gebildet sind, hat in der Tiefe der Furche noch eine weiche Haut über sich und zwischen der Wirbelcolumne und dieser Haut liegt der Nervenstrang des Armes. Diese Columnen reichen an der Bauchseite der Scheibe bis zum Munde. Bei den Ophiuren und Euryalen, wo die Bauchfurchen fehlen, bleibt die Lage dieser Columnen an der Bauchseite der Scheibe, unter der lederartigen Haut der Euryalen; und an den Armen der letzteren sind die Columnen allseitig von der lederartigen Haut eingeschlossen, indem die Eingeweidehöhle der Arme bei diesen Thieren wie bei den Ophiuren fehlt. Über und unter der Columne, zwischen ihr und der Haut verläuft ein Canal. Die Ophiuren sind die einzigen Asteriden mit Zähnen an jenen Leisten, welche sich auf je 2 der Columnen am Munde stützen.

Aus dem Vorhergehenden folgt, dafs die Crinoiden und Asteriden nicht zusammengehörende Gruppen sind, sondern durch fundamentale Un-

terschiede der Skeletbildung geschieden, nur Abtheilungen der Echinodermen in gleicher Linie mit den Seeigeln und Holothurien bilden. Die Abtheilung der Asteriden zerfällt dann in die eigentlichen Asterien und Ophiuren. Bei den Ophiuren fehlen die Blinddärme des Magens in den Armen und der After, und die Madreporenplatte verläfst die Dorsalseite. Ihre Eierstöcke liegen immer in der Scheibe selbst. Bei den Asterien enthalten die Arme immer Blindsäcke der Verdauungsorgane, der Rücken besitzt immer die Madreporenplatte der Seeigel, der After ist bald vorhanden, bald fehlt er nach den Gattungen, die Eierstöcke liegen bald in der Scheibe am Abgang der Arme, bald in den Armen selbst, bei den Ophidiastern reichen sie durch zwei Drittheile der Arme, bei den *Chaetaster* und *Luidia* durch die ganzen Arme.

Die meisten Asterien haben einen von eigenthümlichen Wärzchen wie bei den Seeigeln umstellten After. Dieser After ist nicht, oder nur wenig kleiner als der After der Seeigel. Baster sagte einst mit Bezug auf *Asterias rubens: utrumque genus (echinorum et stellarum marinarum) os inferne et ad excrementa ejicienda aperturam superne habent.* In der *Zoologia Danica* ist bei *A. militaris* CXXXI. p. 14 eine centrale Stelle als *macula verruciformis* angegeben und gesagt, da dieser Fleck nicht perforirt sei, so könne Baster's Ansicht vom After nicht richtig sein. Die Warze öffne sich wahrscheinlich zur Zeit des Abgangs der Eier. Tiedemann widerlegte Baster's Angabe als völlig unbegründet und die Neuern betrachteten die Asterien allgemein als afterlos, es steht in allen zootomischen und zoologischen Werken. Die von Tiedemann untersuchte *Asterias aurantiaca* ist wirklich afterlos und gehört der einen der beiden afterlosen Gattungen unter 14 Gattungen der Asterien an; aber gerade die von Baster untersuchte *Asterias rubens* besitzt, wie alle der Gattung, zu welcher sie gehört, einen After. Vor einiger Zeit (1831) hat Hr. Wiegmann zuerst wieder diesen Porus bei einer pentagonalen Asterienart bemerkt und bei den zwei trocknen Exemplaren derselben auf der Etiquette mit folgenden Worten bezeichnet: *Ast. pleyadella* Lam. *var. angulis productioribus. Ind. oc. Specimen utrumque acu pertusum erat, alterum in ipso foramine, quod ani orificium fortasse ducendum.*

Als ich mit Hrn. Troschel, Gehülfen beim zoologischen Museum, auf diesen Gegenstand die Asteriensammlung des zoologischen Museums nach-

sah, fanden wir, dafs der bei weitem gröfste Theil aller Asterien mit einer kleinen Afteröffnung versehen ist, das folgende über diesen Porus und die Gattungen der Asterien ist von uns beiden gemeinschaftlich beobachtet.

Der Afterporus ist bald central, bald subcentral. Bei den Gattungen *Archaster* Nob., *Ophidiaster* Ag. und *Solaster* Forbes (*Crossaster* Nob.) ist er central, subcentral bei den Gattungen *Asteracanthion* Nob., *Echinaster* Nob., *Chaetaster* Nob., *Linckia* Nardo Nob., *Asteropsis* Nob., *Culcita* Ag. und *Asteriscus* Nob. Dann liegt er ganz nahe der Mitte links vom Radius der Madreporenplatte. Bei allen Species der Gattung *Astropecten* Linck ist keine Spur eines Afterporus vorhanden. Ganz ähnliche äufsere Charactere hat die neue mit einem After versehene Gattung *Archaster.* Afterlos sind die beiden Gattungen *Astropecten* Linck und *Luidia* Forb. (*Hemicnemis* Nob.). Diejenigen Seesterne, welche einen After haben, besitzen immer auch eine Absonderung der Magenhöhle von einer Darmhöhle durch eine Cirkelfalte, in der unteren Höhle unter dieser Falte gehen dann erst die Blinddärme der Arme ab. Diese Höhle ist es auch, welche in den Afterporus ausmündet. Der Vorrath nordischer Asterien, die reiche Schultz'sche Sammlung sicilianischer Asterien im anatomischen Museum, sowie der eben so wichtige Schatz von Asterien des indischen Archipels in Weingeist von Hrn. Geh. Rath Schoenlein lieferten die Materialien zur Feststellung der anatomischen Thatsachen.

Mehrere in älterer und neuerer Zeit aufgestellte Gattungen von Asterien sind sehr zweckmäfsig, wie die Gattungen *Astropecten* Linck, *Ophidiaster* Ag., *Culcita* Ag. Auch die Gattung *Linckia* Nardo würde gut sein, wenn sie aufser *Linckia variolata* nicht wahre Ophidiaster umfafste und wenn ihre Gattungscharactere nicht gerade von diesen entnommen wären. Die Gattung *Stellonia* Nardo ist nicht haltbar, denn sie umfafst Stachelasterien verschiedener Genera und selbst verschiedener Familien, nämlich Asterien mit 4 Tentakelreihen, wie *A. rubens, glacialis* und Asterien mit 2 Tentakelhen, wie *A. seposita* und *spinosa.* Die Gattungen *Asterina* und *Anseropoda* Nardo gehören in eine zusammen, da die dahin gezogenen Thiere sich nicht generisch unterscheiden. Die folgende Classification ist auf 55 Arten von Asterien der hiesigen Museen gegründet. Die Asterien zerfallen nach den vorhergehenden Thatsachen, so wie einem wichtigen und leicht erkennba-

ren, bisher unbenutzten Unterschied in der Zahl der Tentakelreihen der Bauchfurchen in 3 Familien.

I. Familie. Asterien mit 4 Tentakelreihen der Bauchfurchen und einem After.

Hierher gehört die Gattung

Gen. 1. *Asteracanthion* Müll. Trosch. (*Stellonia* Forbes).

Überall regelmäfsig oder unregelmäfsig mit spitzen oder stumpfen Stacheln oder Tuberkeln besetzt. Zwischen den Stacheln nackthäutig mit vielen Poren der respiratorischen Tentakeln. Pedicellarien zangenartig an weichen Stielen, kranzartig um die Basis der Stacheln, oder dazwischen, oder beides zugleich. After subcentral.

Asterias rubens Lam., *A. violacea* O. Fr. Müll., *A. glacialis* Lam., *A. tenuispina* Lam. (*A. Savaresii* D. Ch.), *A. rosea* O. Fr. Müll., *A. Helianthus* Lam., *A. granifera* Lam., *A. gelatinosa* Meyen Reise 1. 222. u. a. ([1]).

II. Familie. Asterien mit 2 Tentakelreihen der Bauchfurchen und einem After.

Gen. 2. *Echinaster* Müll. Trosch.

Arme walzig. In der Haut ein zusammenhängendes Balkennetz, überall regelmäfsig oder unregelmäfsig mit einzelnen Stacheln oder dicht mit Stacheln besetzt. Haut zwischen den Balken nackt mit vielen Tentakelporen. Keine Pedicellarien. After subcentral.

A. seposita Lam., *A. echinophora* Lam. (*Pentadactylosaster spinosus* Linck), *E. oculatus* Nob. (Linck T. 36 n. 62) und eine neue Art.

Gen. 3. *Solaster* Forb. (*Crossaster* Müll. Trosch.)

([1]) Eine zweite von uns früher angenommene Gattung *Stichaster* haben wir nach Untersuchung von Weingeist-Exemplaren als nicht wesentlich von *Asteracanthion* verschieden, später fallen lassen. Zusatz.

Die Haut überall mit gestielten Wedeln besetzt, dazwischen nackt mit vielen Tentakelporen. Keine Pedicellarien.

A. papposa Lam., *A. endeca* Lam.

Gen. 4. *Chaetaster* Müll. Trosch.

Haut überall dicht mit Reihen von Platten besetzt, deren Gipfel mit Borsten gekrönt. Zwischen den Platten nur ein Porus.

A. subulata Lam. u. a.

Gen. 5. *Ophidiaster* Ag.

Arme cylindrisch. Haut überall mit granulirten Plättchen besetzt, die Haut dazwischen, auch granulirt, bildet Porenfelder mit vielen Poren. Keine Pedicellarien.

O. ophidianus Ag., *A. cylindrica* Lam., *A. laevigata* Lam., *A. multiforis* Lam., die übrigen neu.

Gen. 6. *Linckia* Müll. Trosch. (*Linckia Nardo* zum Theil).

Arme flach, überall mit granulirten Platten besetzt, die sich am Rande in zwei Reihen ordnen. Zwischen den Platten einzelne Poren. Keine Pedicellarien.

A. variolata Lam., *A. milleporella* Lam. u. a. neue.

Gen. 7. *Goniaster* Ag. [1]

Gen. 8. *Asteropsis* Müll. Trosch.

Arme kurz, Körper unten flach, oben erhaben, überall getäfelt, die eine Reihe der Randplatten nimmt den Rand ein. Die Haut zwischen den Platten nackt, die nackten Porenfelder mit vielen Poren. Sessile zangenartige Pedicellarien.

A. carinifera Lam. u. a.

Gen. 9. *Culcita* Ag.

Pentagonal, ohne Randplatten, Haut gekörnt, die Furchen des Bauches setzen sich auf den Rücken fort. Zangenartige oder klappenartige sessile Pedicellarien.

C. discoidea Ag. u. a.

---

[1] Aus dieser Gattung sind uns später 3 Gattungen geworden, *Oreaster* Nob. (*Pentaceros* Gray), *Astrogonium* Nob. und *Goniodiscus* Nob., neben welchen noch die Gattung *Stellaster* Gray zu unterscheiden ist. Siehe Müller und Troschel System der Asteriden. Braunschweig 1842. Zusatz.

Gen. 10. *Asteriscus* ([1]) Müll. Trosch. (*Asterina* et *Anseropoda* Nardo).

Scheibe und Arme ganz oder am Rande abgeplattet, der Rand gekielt ohne Randplatten. Die Täfelchen der Bauchseite mit einem, zwei oder mehreren kammförmig gestellten Stachelchen besetzt, die des Rückens mit einer oder mehreren Reihen von ähnlichen Fortsätzen besetzt ist. Der platte Randtheil der Scheibe und Arme ist von Tentakelporen eine gröfsere oder kleinere Strecke frei.

A. membranacea Lam., *A. penicillaris* Lam., *A. exigua* Delle Chiaje, *Asteriscus pentagonus* Nob. (Seba V, 13.) u. a.

Gen. 11. *Archaster* Müll. Trosch.

Auf beiden Seiten platt, mit 2 Reihen grofser Randplatten, die unteren mit beweglichen Stacheln, Rückseite mit Stielen besetzt, die mit borstenartigen Fortsätzen gekrönt sind. Zwischen den Stielen Tentakelporen. Pedicellarien in den Bauchfurchen. Sonst alles wie bei dem Genus *Astropecten*, von denen sie sich durch den centralen After unterscheiden.

Archaster typicus Nob. Celebes, eine Reihe Randstacheln, Bekleidung des Rückens in regelmäfsigen Längsreihen. *A. hesperus* Nob., ähnlich mit unregelmäfsiger Bekleidung des Rükkens ([2]).

III. Familie. Asterien mit 2 Tentakelreihen der Bauchfurchen, ohne After.

Gen. 12. *Astropecten* Linck, *Stellaria* Nardo. *Asterias* Ag.

Auf beiden Seiten platt, mit 2 Reihen grofser Randplatten, die unteren mit beweglicheln Stacheln, Rückseite mit Stielen besetzt, die mit borstenartigen Fortsätzen gekrönt sind. Zwischen den Stielen Tentakelporen. Keine Pedicellarien.

([1]) ältester Name eines hierher gehörigen Seesterns bei Luidius und Petiver.

([2]) Zu den Seesternen mit 2 Tentakelreihen der Bauchfurchen und After ist im System der Asteriden noch die Gattung *Pteraster* hinzugekommen. Zusatz.

A. aurantiaca Lam., *A. pentacantha* D. Ch., *A. Jonstoni* D. Ch., *A. spinulosa* Philippi, *A. bispinosa* Ott., *A. subinermis* Phil., *A. platyacantha* Ph. Die übrigen neu.

Gen. 13. *Luidia* Forbes, *Hemicnemis* Nob.

Von den Randplatten ist blofs die ventrale Reihe vorhanden, mit Stacheln. Rückseite ganz mit geborsteten Stielen besetzt.

A. ciliaris Phil. und *A. senegalensis* Lam. (1)

Die excentrische Madreporenplatte, welche allen diesen Gattungen zukommt, ist bei den meisten Asterien einfach, bei *A. helianthus* ist sie vielfach, ein Haufen einzelner Platten. Bei anderen Asterien mit vielfachen Armen bleibt sie einfach, wie bei *A. papposa, endeca, ciliaris* u. a. Mehrere Arten der Ophidiaster (z. B. *O. multiforis*) haben constant 2 Madreporenplatten, welche bei 5 Armen durch die Breite eines oder zweier Arme von einander entfernt sind. Die Arten, welche zwei Madreporenplatten haben, besitzen sie auch dann, wenn sie nur 4 Arme haben; vermehren sich die Arme, so können 3 Madreporenplatten vorhanden sein. *A. tenuispina* (mit 6-8 Armen) hat regelmäfsig wenigstens 2 Madreporenplatten, durch die Breite eines oder zweier Arme getrennt, die Exemplare mit 8 Armen haben 3 Madreporenplatten. In diesen Fällen läfst sich der bilaterale Typus, welchen Hr. Agassiz auf eine sehr geistreiche Weise bei allen Echinodermen nachgewiesen, nicht nach dem Radius der Madreporenplatte bestimmen. Man kann sich vorstellen, dafs sich hier constant ein oder mehrere Arme im Interradialraum der Madreporenplatte entwickeln, bei Mangel des vordern Arms. Auch bei der Abtheilung der *Clypeaster*, unter den Seeigeln, wie bei Gen. *Clypeaster, Scutella, Echinoneus, Echinarachnius* könnte die Madreporenplatte nicht zur Bestimmung der Achse dienen, denn sie findet sich merkwürdiger Weise im dorsalen Pol der radialen Entwickelung, entweder von 5 oder 4 Oviducalöffnungen umgeben. Indessen ist bei diesen Thieren die Achse des bilateralen Typus durch die Lage des Afters bestimmt. Die excentrische oder subcentrale Lage der Afteröffnung am Centrum links vom Radius der Madreporenplatte trifft sich auch bei den Gattungen *Echinometra* und *Echinus.* Diese Lage kann kein Einwurf sein gegen die vollkommen

---

(1) In dem System der Asteriden ist zu den Seesternen ohne After noch die Gattung *Ctenodiscus* Müll. Trosch. hinzugekommen. Zusatz.

begründete Ansicht von der Combination des bilateralen mit dem radialen Typus bei den Echinen und Asterien und erklärt sich hinreichend durch eine Störung der Symmetrie, wie sie auch bei einigen Wirbelthieren mit lateralem After, *Lepidosiren* und *Amphioxus* vorkommt.

Dafs die Madreporenplatte und der After demselben Radius angehören, beweisen die Spatangen. Aber die eine und der andere können aus ihrem Radius in das Centrum rücken, die Madreporenplatte bei den Clypeastern, der After bei den Echinen.

Bei den Ophiuriden ist die Madreporenplatte auch vorhanden, liegt aber an einer ganz anderen Stelle als bei den Asterien, nämlich an der Bauchseite, in der Nähe des Mundes. Bei *Euryale* ist sie sehr leicht zu beobachten, sie liegt im Winkel zweier nach dem Munde laufender Wirbelreihen der Arme ([1]). Bei den Ophiuren liegen in den Winkeln der Wirbelcolumnen um den Mund herum 5 schildförmige Platten. Eine von diesen Platten besitzt zuweilen einen *Umbo* und zeichnet sich dadurch von den 4 übrigen Platten aus.

Die Madreporenplatte liegt also in verschiedenen Abtheilungen der Echinodermen an verschiedenen Stellen ihres Radius, von der Bauchseite an bis ins dorsale Centrum; ebenso ist es mit dem After. Die Genitallöffnungen sind immer radial, nie central, aber ihre Lage kann in ihren Radien bald ventral (Ophiuren, Pentremiten), bald dorsal (Seeigel) sein und sie sind bald einfach, bald gedoppelt. Einfach sind sie bei den Seeigeln, gedoppelt bei den Ophiuriden und Pentremiten. Wenn sie einfach sind, liegen sie in den Interbrachialfeldern oder Interambulacralfeldern; wenn sie gedoppelt sind, können sie bis in die Nähe der Arme auseinander weichen und an den Armen selbst, aufserhalb der Ambulacralfurchen liegen, wie bei den Crinoiden die *Pinnulae* selbst zur Ausschüttung der Eier aufsen dehisciren.

Die Pedicellarien sind meist zweiarmig bei den Asterien, dreiarmig bei den Seeigeln, bei den langarmigen Pedicellarien sind die ganzen Arme gezähnelt, bei den zangenartigen Pedicellarien mit kürzeren Armen sind die Enden der Arme mit einem oder mehreren längeren Zähnen versehen.

([1]) Es ist, wie wir gesehen, schon vor uns von Hrn. Agassiz beobachtet. *Mem. de la soc. des sciences naturelles de Neuchatel.* T. II. 1839. Zusatz.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. *Pentacrinus caput Medusae*, in natürlicher Gröfse.

Fig. 2. Stück vom obern Theil des Stengels.

Fig. 3. Mikroskopische Ansicht des feinern Baues der knöchernen Theile.

a. vom äufsern Theil des Stengelgliedes.

b. vom Stengel mit mehr regelmäfsiger Stellung der Höhlungen des Balkennetzes.

c. vom innern Theil des Stengels mit den Sehnen. *c′* Sehnige Fäden in den Maschen des knöchernen Netzes *c.″*

d. einzelne Kalkstäbe aus dem Theil des Stengels, worin die Sehnen verlaufen.

Fig. 4. Stück vom Stengel der jungen *Comatula* (*Pentacrinus europaeus*), mäfsig vergröfsert.

Fig. 5. Kalknetz desselben, stärkerer Vergröfserung.

Fig. 6. Stück des Stengels der jungen *Comatula*, nach Ausziehen der Kalkerde durch Säure.

Tafel II.

Fig. 1 u. 2. Kelch des *Pentacrinus caput Medusae. a. Basalia.* I. *Radiale primum.* II. *R. secundum.* III. *R. axillare.*

Fig. 3. Die Arme auf einem Kelcharm mit der Stellung der *pinnulae*, von *Pentacrinus caput Medusae.* I, II, III. *Radialia.*

Fig. 4. *Radiale axillare* mit dem ersten und zweiten Glied der Arme, welche durch ein Syzygium verbunden sind.

4.′ Radiirte Fläche der Glieder am Syzygium.

4.″ Aborale Gelenkfläche des zweiten Gliedes. *a.* Muskularfelder. *b.* Riff der Gelenkfläche.

Fig. 5. Ein Stück eines Arms von *Pentacrinus caput Medusae* vergröfsert. *a.* Muskeln der Armglieder. *b.* Muskel an der Basis der *pinnula.*

Fig. 6. Eine Reihe von Armgliedern von der Seite. *x. Processus musculares.*

Fig. 7. Eine Reihe von Armgliedern des *Pentacrinus c. M.* von der Bauchseite. *a.* Muskeln. *b.* Rinne der Armglieder. *y.* Grube für die *pinnula.*

Fig. 8. Innere Kelchseite der Radialkelchglieder von *Pentacrinus caput Medusae* mit den Muskeln. I. Pentagon der ersten *radialia*. *a*. Centrale Höhlung. II. Zweites *radiale*. III. *Radiale axillare*. *b. b. b.* Muskeln.

Fig. 9. Obere Seite des Knopfes der *Alecto europaea*, nach Wegnahme der *Radialia*.

Fig. 10. Knopf der *Alecto Eschrichtii* in Verbindung mit den ersten *Radialia*, welche erst sichtbar werden, nachdem das zweite Radialglied weggenommen ist.

Fig. 11. Senkrechter Durchschnitt des Knopfes und ersten *Radiale* von *Alecto europaea*. *a*. Knopf. *b*. Erstes *Radiale*. *c*. Centralhöhle des Knopfes, sich fortsetzend in das Pentagon der ersten *Radialia*. *d*. Centralcanal der Radien. *ee*. Centralcanäle der Cirren.

Fig. 12. Radialglieder und erste Armglieder der *Alecto europaea* mit Muskeln. I, II, III. *Radiale*. 1. 2. 3. Armglied. *a*. Muskeln zwischen dem ersten und zweiten *Radiale*. *b*. Muskeln zwischen dem *Radiale axillare* und ersten Armglied. *c*. Muskeln zwischen dem zweiten und dritten Armglied.

Fig. 12.′ Untere Seite des *Radiale axillare* der *Alecto europaea*.

Fig. 12.″ Obere Seite desselben.

Fig. 13. Armstück von *Alecto europaea* mit den Gelenken und Syzygien. *a*. Gelenk. *b*. Syzygium.

Fig. 13.′ Gelenkfläche. *xx*. Muskelfelder. *y*. Gelenkfacette. *z*. Gelenkriff.

Fig. 13.″ Syzygalfläche.

Fig. 14. Tentakelrinne der Scheibe von *Pentacrinus caput Medusae*. *a*. Täfelchen des Ventralperisoms. *b*. Täfelchen, welche die Tentakelrinne schützen. *c*. Tentakelrinne. *d*. Tentakeln. *e*. Öffnungen des Tentakelcanals in die Tentakeln der Tentakelrinne.

Tafel III.

Fig. 1. Vergröfserte Ansicht der Scheibe des *Pentacrinus caput Medusae* in dem zerstörten Zustande des gröfsten Theils des ventralen Perisoms.

Fig. 2. Dieselbe Ansicht durch Interpolation nach Anleitung der Comatulen ergänzt, also imaginär in allen Theilen, welche in der ersten Abbildung fehlen.

Fig. 3. Armglied von *Pentacrinus c. M.* *aa*. Muskelfacetten. *bbb*. Gelenkfacetten. *c*. Gelenkriff. *d*. Centralcanal.

Fig. 4. Armglieder von verschiedenen Seiten angesehen. *a. b. c.* wie in Fig. 3 *xx*. *processus musculares* der einen Seite. *x*.′ *processus muscularis* der andern Seite.

Fig. 5. Gelenkfläche eines Gliedes der *pinnula*. *x*. Centralcanal.

Fig. 6. Glied eines Cirrus.

Fig. 6.′ Gelenkfläche desselben.

Fig. 7. Gelenkfläche eines der untersten breiteren Cirrenglieder.

Tafel IV.

Fig. 1. Stück der Sehnen des Stengels von *Pentacrinus caput Medusae*, ohne Vergröfserung.

Fig. 2. Fasern der Sehnen bei 450 maliger Vergröfserung.

Fig. 3. Ein Stück des Stengels nach Ausziehen der Kalkerde durch Säure. *a*. Sehnen. *b*. Krausenartig gefaltete elastische Interarticularsubstanz.

Fig. 4. Sehnen des Stengels mit theilweise abgelöster elastischer Interarticularsubstanz.

Fig. 5. Feinerer Bau der elastischen Interarticularsubstanz. *a.* Fasersäulchen. *b.* Arkaden der Fasern zwischen denselben.

Fig. 6. Elastische Interarticularsubstanz der Cirren.

Fig. 7. Senkrechter Durchschnitt derselben.

Fig. 7.′ Desgleichen von einem einzigen Ballen in der Ausdehnung.

Fig. 8. Armglied von *Pentacrinus* mit der Interarticularsubstanz *x*.

Fig. 8.′ Die Interarticularsubstanz allein auf der Oberfläche gesehen. *o.* Centralcanal.

Fig. 9. Muskelfasern von *Pentacrinus caput Medusae* bei 450 maliger Vergröfserung.

Fig. 10. Radiirtes Häutchen in der Nath eines Syzygiums von *Pentacrinus caput Medusae.* *x.* Centralcanal. *y.* Öffnung für den Canal der Arme, der unter dem Tentakelcanal liegt.

Fig. 11. Glied des Arms von *Pentacrinus caput Medusae* mit den Weichtheilen. *aaa.* Gelenkfläche. *b.* Riff derselben. *cc.* Muskelfacetten. *d.* Rinne des Gliedes. *e.* Unterer Canal der Rinne. *f.* Tentakelcanal. *g.* Knochenplättchen der Tentakelrinne. *h.* Tentakeln. *i.* Nerve. *o.* Centralcanal.

Fig. 12. Dieselben Theile von *Alecto europaea* in der Nähe des Kelchs. Der untere Canal der Rinne fehlt.

Fig. 13. Stück einer *pinnula* von Kalkerde befreit von *Pentacrinus.* *a.* Glieder. *b.* Skeletblättchen. *c.* Tentakeln.

Fig. 13.′ Tentakeln vergröfsert.

Fig. 14. Dieselben Theile von *Alecto europaea.*

Fig. 14.′ Knochennadeln aus der Haut der *Alecto echinophora.*

Tafel V.

Fig. 1-6. Ideale Variationen von dem möglichen Verlauf der Fasern in der elastischen Interarticularsubstanz des Stengels des *Pentacrinus.*

Fig. 7. Ansicht des ganzen aufgeschnittenen Darms der *Alecto europaea* von oben. *a.* Mund. *b.* Reste der obern Scheibendecke. *c.* Aufgeschnittene Speiseröhre. *d.* Anfang des Darms. *e.* Windung des Darms. *f.* Spiralplatte. *g.′* Afterröhre.

Fig. 8. Senkrechter Durchschnitt durch die Darmhöhle in der Richtung der Linie *x* Fig. 7. *f.* Spiralplatte. *o.* Spindel.

Fig. 9. Ähnlicher Durchschnitt in der Richtung des Radius, in welchem die Speiseröhre liegt. *c.* Speiseröhre.

Fig. 10. Durchschnitt in einer Richtung, welche durch das Ende und den darunter liegenden Anfang des Darms zugleich durchgeht. *o.* Spindel. *f.* Spiralplatte. *y.* Sonde aus der Speiseröhre *c* in den Anfang des Darms *d.* *g.* Ende des Darms. *h.* Ende der Spiralplatte. *g.′* Afterröhre.

Fig. 11. Scheibe der *Alecto europaea.* Bei *x* sind die Arme abgeschnitten und man sieht den Durchschnitt des Scheitels. *a.* Mund. *b.* Interbrachialfelder der Scheibe. *c.* Interpalmarfelder der Scheibe. *d.* Tentakelrinnen. *eee.* Durchschnitt der Tentakelcanäle.

Fig. 12. Durchschnitt der Scheibe einer *Alecto europaea* nach Ausziehen der Kalkerde durch Säure. *A.* Kelchradien. *B.* Knopf. *C.* Darmcanal. *D.* Eingeweidesack. *E.* Spongiöser mittlerer Theil der Scheibe mit den Höhlungen derselben *eee.* *F.* Spiralplatte.

o. Herz. *p.* Canal des Herzens zur Eingeweidemasse. *q.* Canäle des Herzens zu den Radien. *r.* Canäle des Herzens zu den Cirren.

Fig. 13. Ansicht des Herzens der *Alecto europaea* mit den Canälen für die Radien, von unten.

Fig. 14. Ein Stück des häutigen Centralcanals eines Arms mit den Ästen für die *pinnulae* von *Pentacrinus caput Medusae*, nach Ausziehen der Kalkerde aus den Skelettheilen, isolirt.

Fig. 15. Häutiger Canal aus der Armrinne des *Pentacrinus*, unter dem Tentakelcanal gelegen. *x.* Fortsätze desselben gegen die Glieder.

Fig. 16. Ein Stück des Nervenstranges der Arme von *Pentacrinus caput Medusae.*

Fig. 17. *Pinnulae* von *Alecto europaea* mit dem Eierstock. *a.* Glieder. *b.* Tentakeln. *c.* rothe Bläschen an der Seite der Tentakelrinne. *d.* Eierstock nach Wegnahme der Haut der *pinnula.*

Fig. 17.' Einzelne Eier einer *Alecto europaea*, die gröfseren sind milchig, die kleineren durchsichtig und mit feinkörnigem Inhalt gefüllt. *a.* Dotter. *b.* Keimbläschen. *c.* Keimfleck.

Fig. 18. Ein Armstück einer männlichen *Alecto echinoptera.* *a.* Tentakelrinne des Arms. *b.* Tentakelrinne der *pinnulae.* *c.* Hodenschläuche der *pinnulae*, einzeln Fig. 18.'

Tafel VI.

Fig. 1. *a-c.* *Platycrinus ventricosus* Goldf., aus dem Kohlen-Kalkstein von Bolland, Yorkshire. *a.* natürliche Gröfse, die übrigen vergröfsert.

Fig. 2. *a-d.* *Platycrinus microstylus* Phill., ebendaher. *a.* natürliche Gröfse. *x.* Scheitel öffnung.

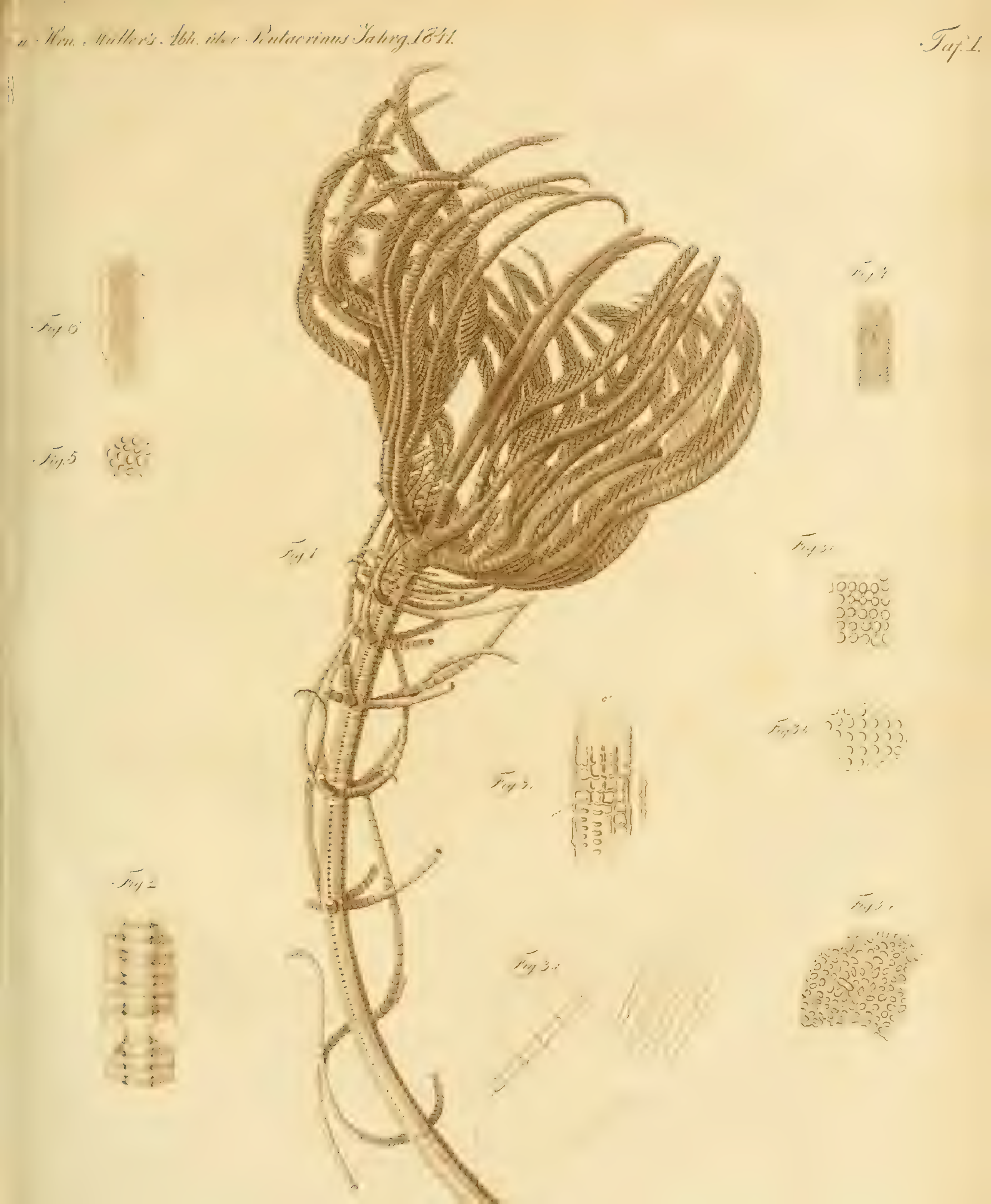
Fig. 3. *a-c.* *Platycrinus rugosus* Miller, ebendaher. *a.* natürliche Gröfse. *x.* Scheitelöffnung.

Fig. 4-9. Mikroskopische Gebilde aus dem Endtheil des Darms der *Alecto europaea.*

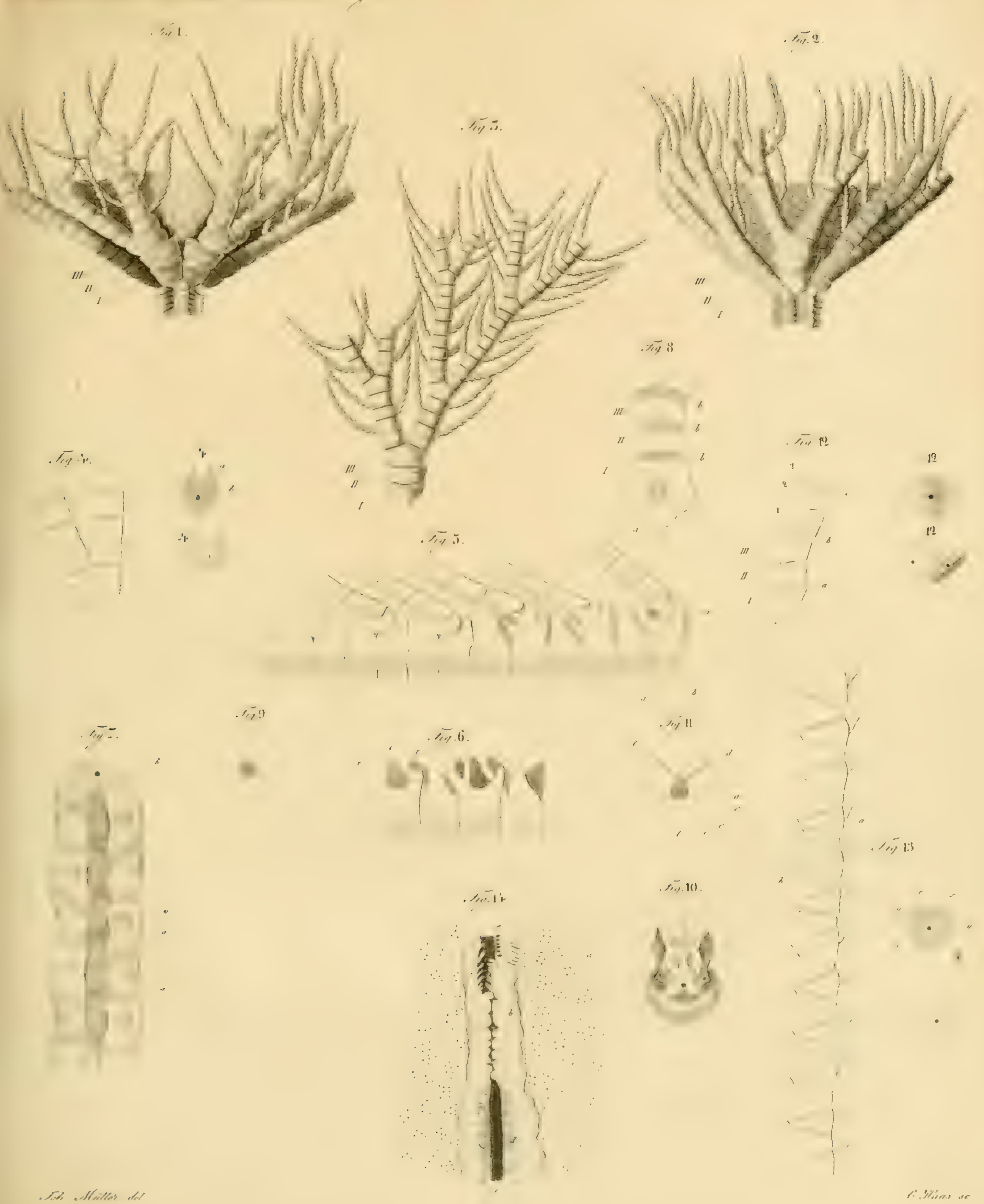
Fig. 10. Plattenförmige Ablagerungen in der Dicke des Eingeweidesacks von *Alecto europaea*, in Säuren auflöslich. Kleine Stückchen, die sich beim Zerreifsen der Membran unter dem Mikroskop isoliren liefsen, lösten sich von Säuren, ohne Entwickelung von Luftbläschen. Bei der Behandlung von Stücken der Membran selbst mit Säure unter dem Mikroskop, fand jedesmal eine Entwickelung von Luftbläschen statt, die schon von dem Kalknetz des angewachsenen Darms herrühren konnte. Vielleicht kommt sie aber auch zum Theil auf Rechnung der Zersetzung der plattenförmigen Ablagerungen.

Fig. 11. Kalknetz, wie es in den mehrsten weichen Theilen der *Alecto europaea* vorkommt, wie in der Haut, in den Darmwänden, in dem spongiösen mittlern Theil.

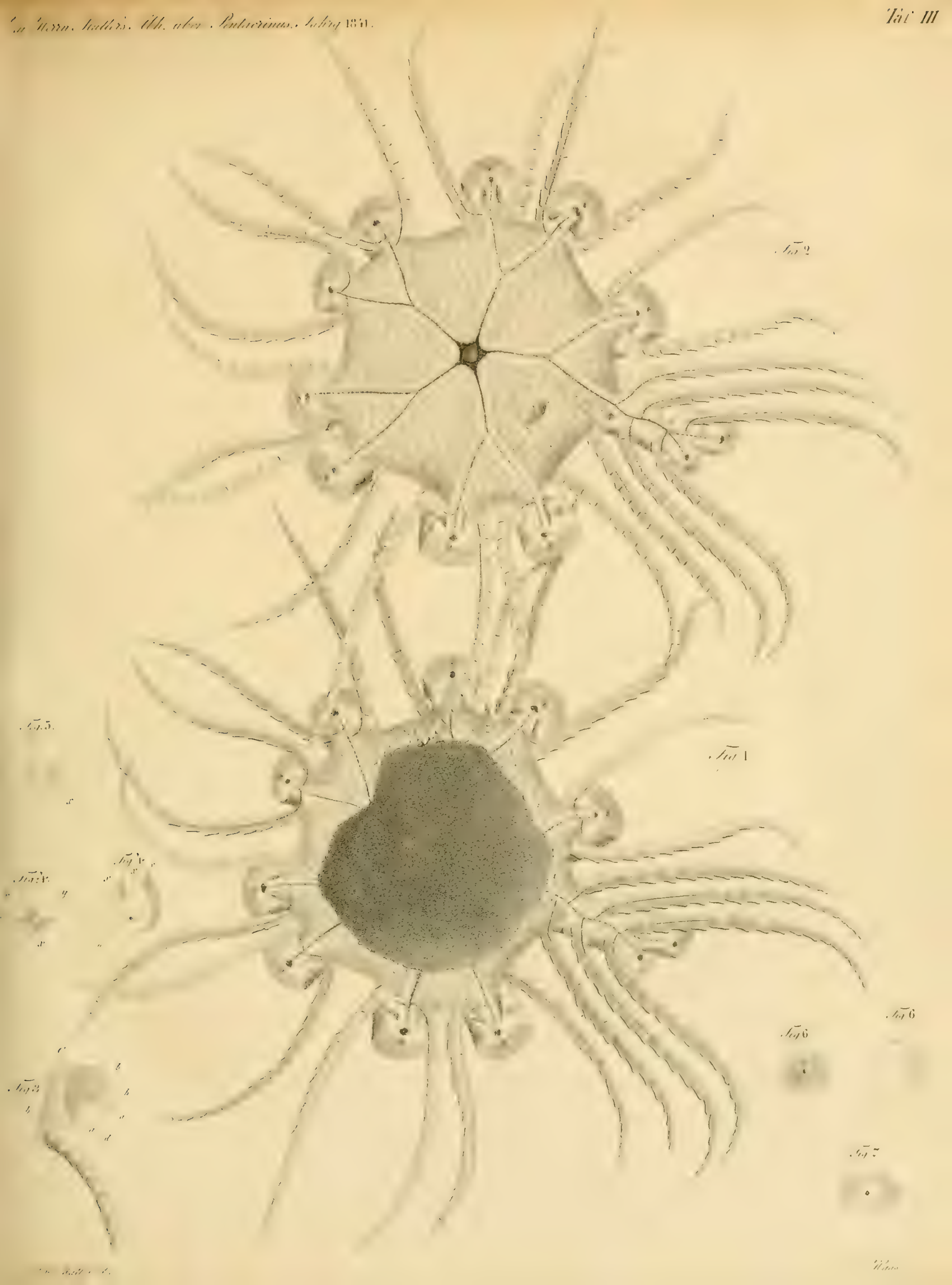
Fig. 12. Stacheln an den Endgliedern der *pinnulae* von *Alecto europaea.*


Hrn. Müller's Abh. über Pentacrinus Jahrg. 1841.
Taf. I.
Fig. 6
Fig. 5
Fig. 1
Fig. 2




Zu Herrn Müller's Abh. über Pentacrinus Jahrg. 1841.
Taf. II.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10.
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13
Fig. 14
Joh. Müller del.
C. Haas sc.




Tat III
Fig 2
Fig 1
Fig 5
Fig 3
Fig 6
Fig 6
Fig 7



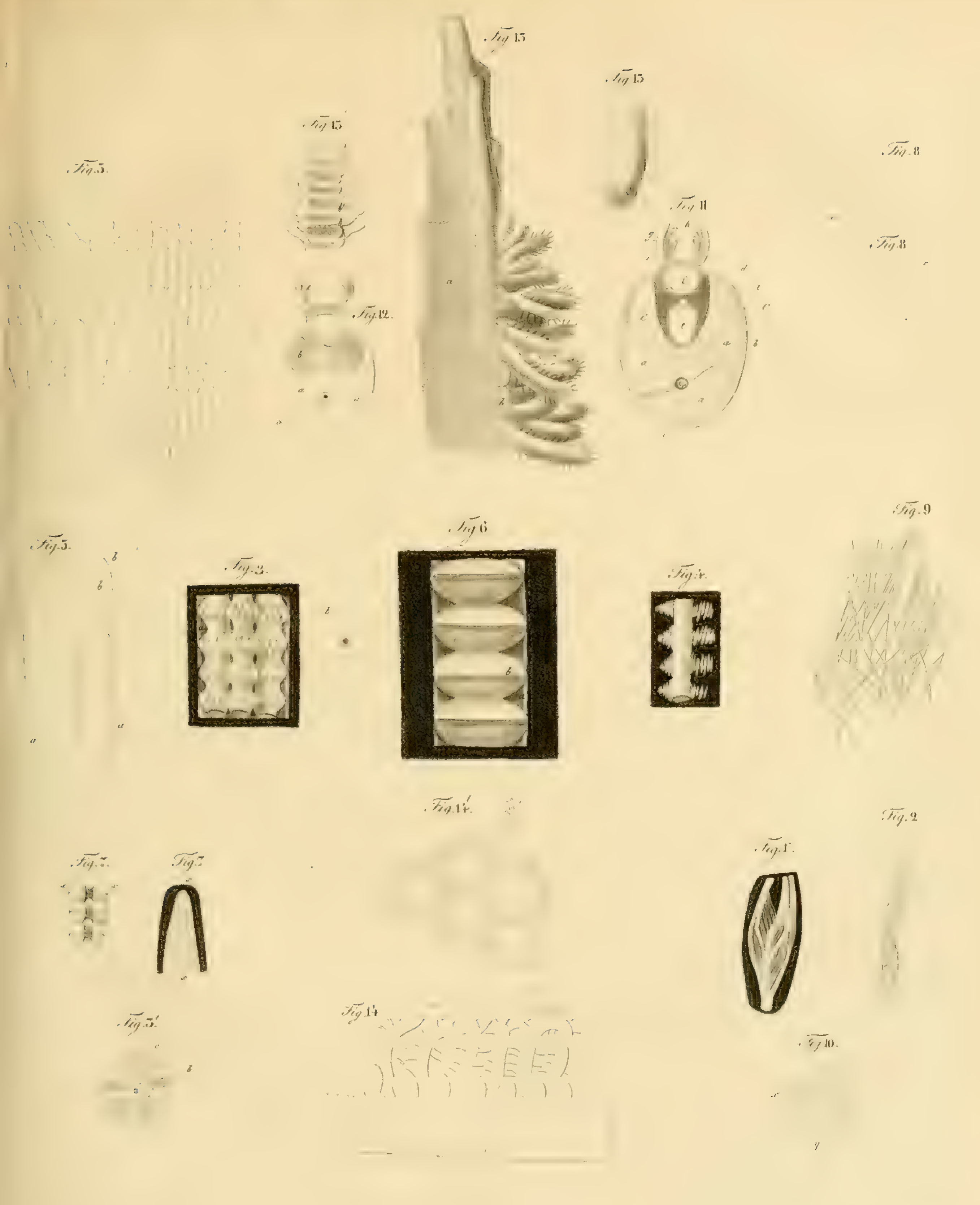





Fig. 8
Fig. 7
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13
Fig. 13.
Fig. 14
Fig. 15
Fig. 16
Fig. 17
Fig. 17'
Fig. 18.
C. Haas sc.







Über
das Krystallsystem des Euklases.

Von
Hrn. WEISS.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 11. November 1841.]

Bei einem Krystallsystem von der Verwickelung, wie das des Euklases wohl jedem Krystallographen erschienen sein möchte, der sich mit seinem Studium näher beschäftigt hat, zeigt sich die graphische Methode in ihrer ganzen Vorzüglichkeit, um einen klaren Überblick über die Verwickelung zu gewinnen, und dem Prinzip seines Entwickelungsganges möglichst sich zu nähern oder es selbst aufzufinden, wo dann der Entwickelungsgang von überraschender Einfachheit auch hier erscheint. Es wird sich durch die allgemeinere Behandlung der bei solchen Aufgaben vorkommenden Probleme noch ein allgemeineres Interesse an die Behandlung des besonders gewählten Gegenstandes knüpfen lassen.

Ich setze die naturhistorische Kenntnifs der Krystallformen des Euklases hier voraus, so wie sie nicht allein durch die früheren Beschreibungen von Haüy, sondern insbesondre durch die genauere von Levy (¹) hinlänglich bekannt sind. Die Messungen der Winkel des Hrn. Levy stimmen mit denen von Kupffer und mit den Phillips'schen u. a. m. nahe genug überein, um über die richtige Bestimmung der relativen Lage der Flächen in den verschiedenen Zonen keinen Zweifel übrig zu lassen.

Bedienen wir uns also der graphischen Methode, so sind nach ihr in beifolgender Figur die verschiedenen Krystallflächen des Euklases (einst-

(¹) S. dessen Abh. in den *Edinb. philos. Journ.* N. XXVII. Januarheft 1826, übersetzt in Poggendorff's Annalen von 1827, H. 2. Dazu den Artikel über Euklas in Levy's Beschreibung der Heuland'schen Mineraliensammlung, London 1837, t. 2. p. 88. fgg.

weilen mit Auslassung der mehreren Seitenflächen geschobener vierseitiger Säulen aufser *s* und *h*) so aufgetragen, dafs die Ebne der gewählten Projection die der beiden Queerdimensionen *a* und *b* ist, die sämtlichen projicirten Flächen aber gemeinschaftlich durch einen und denselben Punkt der Längendimensionen *c* des Systems (als Einheit in derselben genommen) gelegt sind. Es kreuzen sich also die projicirten Seitenflächen in dem Mittelpunct der Figur (dem Ausgangspunct der 3 (rechtwinklichen) Coordinaten *a*, *b*, *c*) selbst; und die Perpendikel, von jedem Puncte in ihnen auf die Linien *a* und *b* gefällt, stehen in dem Verhältnifs, wie die beiden Queerdimensionen, *a* und *b*, zu einander. Der Winkel, welchen die Linien *ss* und *s′s′* der Figur unter sich machen, ist der Neigungswinkel der Seitenflächen *s* der Euklassäule selbst. Der Hauptbruch, welcher senkrecht auf *b* ist, fällt in der Projection mit der Linie *aa′* zusammen; die Abstumpfung der stumpfen Seitenkante der Säule *s*, welche senkrecht auf *a* ist, fällt in der Figur mit der Linie *bb′* zusammen.

Bekanntlich repräsentirt nun in der graphischen Projection jeder Durchschnittspunkt zweier oder mehrerer Linien die Axe einer Zone, und zwar derjenigen, welche die durch eben diese Linien projicirten Flächen unter einander bilden; er ist der eine Endpunct einer Zonenaxe, deren anderer Endpunct der gemeinschaftliche Durchschnittspunct aller der projicirten Flächen in der Längendimension *c* (aufserhalb der Figur) ist.

Der Anblick der Figur, deren Art von Symmetrie sogleich ein in der Ebne ihrer *a* und *b* projicirtes 2- und 1-gliedriges System zu erkennen giebt, zeichnet durch die Durchschnitte mehrerer Linien in Einem Puncte als wichtigste Zonen oder Zonenpuncte sogleich aus:

erstens in der Linie *aa′* die Zonen oder Zonenpuncte, in welchen die Linien *nn* und *n′n′*, *oo* und *o′o′*, *qq* und *q′q′* mit *a* sich schneiden;

ferner die, in welchen die Linien *ff* und *f′f′*, *dd* und *d′d′* mit *a′* sich schneiden;

dann die, in welchen *rr* und *r′r′*, *uu* und *u′u′*, *ii* und *i′i′* abermals mit *a* sich schneiden;

dazu der Zonenpunct der horizontalen Zone selbst, der Mittelpunct der Figur, durch welche alle Seitenflächen der Säule, also auch die in der Figur noch nicht aufgetragenen gehen;

endlich noch in *a'* der Durchschnittspunct von *cc* und *c'c'* mit *a'*.

Unter den ähnlichen Zonenpuncten, welche in die Queerlinie *b* fallen, zeichnet sich u. a. aus der Durchschnittspunct der Linien *nn* mit *rr* und *dd* in *b*, so wie der entsprechende von *n'n'* mit *r'r'* und *d'd'* in *b'*; u. s. w.

Unter denjenigen Zonenpuncten aber, welche weder in die Linie *aa'*, noch in die *bb'* fallen, sind es zwei, welche als die wichtigsten sogleich sich kenntlich machen, beide in den Linien *ss* oder *s's'*, die einen die Durchschnittspuncte von *nn*, *d'd'*, *c'c'* mit *s's'*, so wie ihre analogen von *n'n'*, *dd*, *cc* mit *ss*, die anderen die Durchschnittspuncte von *ff* und *r'r'* mit *ss*, so wie ihre analogen von *f'f'* und *rr* mit *s's'*.

Dächten wir uns durch je zwei solche symmetrisch liegende oder gleichartige Zonenpuncte eine Linie gezogen, so wäre sie die Projection einer Schief-Endfläche des Systems, in Bezug auf welche wir die gemeinte Zone, da sie von dieser Endfläche nach der Seitenfläche *s* geht, eine Kantenzone des Systems zu nennen pflegen, worunter wir immer die Zone von einer gegebenen Schief-Endfläche nach einer gegebenen Seitenfläche verstehen.

Also zwei solche Kantenzonen wären es, auf welche uns die Betrachtung der Figur, nächst den vorher genannten, insbesondre aufmerksam macht.

Wir können nun den individuellen Schlüssel des Euklassystems aufs kürzeste so aussprechen:

Nehmen wir in den Linien *ss*, *s's'* (deren Lage, so wie das gegenseitige Verhältnifs in den Queerdimensionen *a* und *b* durch den Neigungswinkel der Seitenflächen *s* unmittelbar gegeben ist) ein beliebiges Stück in der einen, z. B. gegen *a'* gekehrten Richtung (obere Seite der Figur, hintere des Systems) und ein halb so grofses in der entgegengesetzten gegen *a* gekehrten (untere Seite der Figur, vordere des Systems) von ihrem Durchschnittspunct aus, so ist der Zonenverband des Systems gefunden, alles übrige folgt.

Wir ziehen durch einen Punct der ersten, und einen der zweiten Art gleicher Seite der Figur (rechter oder linker) gerade Linien, und wir haben *nn* oder *n'n'*, Repräsentanten der Krystallflächen *n*, beide in demselben Punkt von *a* sich schneidend. Von deren Durchschnitten mit *b* und *b'* ziehen wir einmal die Linien nach den gegenüberliegenden Zonenpunkten der ersten Art, so haben wir die Linien *dd*, *d'd'*, oder die Krystallfläche *d*; das andremal nach den gegenüberliegenden Zonenpuncten der zweiten Art; so haben wir die Linien *rr*, *r'r'*, oder die Krystallfläche *r*. So wie *dd* und *d'd'* sich in einem gemeinschaftlichen Puncte von *a'*, so schneiden sich *rr* und *r'r'* in einem gemeinschaftlichen Puncte von *a*. Aus dem Durchschnittspunct von *dd* und *d'd'* in *a'* ziehen wir Linien nach den zwei Zonenpuncten der zweiten Art in *s*, so haben wir die Linien *ff* und *f'f'* d. i. die Krystallfläche *f*. Aus dem Durchschnittspuncte von *rr* und *r'r'* in *a* ziehen wir Linien ([1]) nach dem Zonenpunct in *s*, welcher derjenigen Kantenzone angehört, welche eine durch den gemeinschaftlichen Schneidungspunct von *n*, *o*, *q*, *n'*, *o'*, *q'* gehende (durch eine Horizontallinie in unsrer Figur zu projicirende) Schief-Endfläche des Systems bilden würde; so haben wir unsre Linie *uu*, *u'u'*, oder die Krystallfläche *u*, und es findet sich, daſs der neue Zonenpunct in *s* den vierfachen Abstand vom Mittelpunkte der Figur haben wird, als der, den wir zweiter Art nannten, mit welchem er in gleicher Richtung vom Mittelpunct aus liegt, folglich den doppelten von dem, welchen wir erster Art nannten, und welcher in entgegengesetzter Richtung liegt.

Die Durchschnittspuncte von *u* mit *b*, combinirt mit denen von *n* und *n'*, geben *o* und *o'*, so wie die Durchschnittspuncte von *f* mit *b*, combinirt mit denen von *n* und *n'*, *q* und *q'* geben; combinirt aber mit den Zonenpuncten erster Art in *s*, und zwar den jenseitigen (der eine rechts mit dem andern links, der erste links mit dem andern rechts), geben die nemlichen Durchschnittspuncte von *f* mit *b*, die Linien *cc* und *c'c'* oder die Krystall-

([1]) Es ist ein bemerkenswerther Umstand, daſs das eigentliche Gegenstück zu *f*, welches durch eine Linie angedeutet sein würde, aus dem Durchschnittspuncte von *rr* und *r'r'* in *a* nach dem Zonenpunkt der ersten Art, in welchem *n* und *d* mit *s* sich schneiden, gezogen, — im Euklassystem nicht beobachtet ist.

flächen *c*. Für die Flächen *i* aber ist entscheidend aufser dem Zonenpunct der Durchschnitte von *rr* und *r'r'*, *uu* und *u'u'*, ein neuer Zonenpunct in *s*, der Kantenzone der Haüy'schen Krystallfläche *P* angehörig, welche sich durch deutlichen blättrigen Bruch kenntlich macht (den nächst deutlichsten nach dem vollkommnen blättrigen Bruch senkrecht auf *b* oder parallel der Haüy'schen Krystallfläche *T*); diese Haüy'sche Fläche *P* erscheint in unsrer Figur durch die punctirte, durch den Schneidungspunct von *ff* und *f'f'* mit *a'* gehende Horizontallinie projicirt.

Für die nicht projicirten übrigen Seitenflächen der Säule beim Euklas wird genügen einstweilen zu bemerken, dafs jede Linie aus irgend einem Schneidungspuncte zweier anderer Linien nach dem Mittelpunct der Figur gezogen, eine neue Seitenfläche der Säule repräsentiren wird, dafs also für die nähere Deduction der wirklich beobachteten ein reiches, sogar zur schärferen Prüfung der Beobachtungen dienliches Material in der Figur, schon wie sie ist, vorliegt.

Wir sind von zwei Kantenzonen, als gegeben, ausgegangen, welche zwei Schief-Endflächen, einer der vorderen und einer der hinteren Seite des Endes, angehören würden, deren Gesetz wäre: dafs die eine die zweifach schärfere (oder stumpfere) Neigung gegen die Axe *c* hätte, als die andere. Die schärfere von beiden wäre es, von welcher Hr. Levy als Schief-Endfläche *P* ausgeht, mehr aus theoretischen Gründen, wie es scheint, als nach Beobachtung ihres Vorkommens als Krystallfläche oder im blättrigen Bruch; wir haben sie in der Figur mit *p*(*L*) zum Unterschied von *P*(*H*) bezeichnet. Es scheint aber vielmehr für das Euklassystem sehr eigenthümlich, dafs weder diese beiden Schief-Endflächen selbst vorzukommen pflegen, noch auch Flächen aus der Diagonalzone der Levyschen Schief-Endfläche. Aus jenen beiden Kantenzonen aber wurde zunächst deducirt eine Schief-Endfläche, in deren Diagonalzone die Flächen *n*, *o*, *q* gemeinschaftlich liegen würden, welche aber selbst wiederum unter den beobachteten sich nicht befindet, und zwar mit der vierfach stumpferen Neigung gegen die Axe, als die Levy'sche *P*, auf gleicher Seite, folglich mit der zweifach stumpferen von der entgegengesetzten.

Diese 3 supponirten Schief-Endflächen verhielten sich also in ihren Neigungen gegen die Axe wie 1 : 2 : 4, zu den stumpferen fortschreitend, wenn man von der Levy'schen, zu den schärferen, wenn man von der letzterwähnten ausgeht. Diejenige Schief-Endfläche hingegen, welcher ein deutlicher blättriger Bruch entspricht und in deren Diagonalzone *f* und *d* liegt, das Haüy'sche *P*, hätte die 5 fach schärfere Neigung der letzteren; eben so diejenige, in deren Diagonalzone *r*, *u* und *i* liegen, die 7 fach schärfere; und die, in deren Diagonalzone *c* liegt, die 11 fach schärfere; diese Verhältnisse sind es, welche der stumpfsten unter jenen dreien (der 4 fach stumpferen als die Levy'sche Schief-Endfläche *P*) den Vorrang, den primären Character in der Reihe von Schief-Endflächen des Systemes zu geben scheinen.

Und so wendet sich die Deduction des durch den aufgefundenen Zonenverband verbürgten Zusammenhanges der Krystallflächen des Euklases mit Leichtigkeit in eine andere Folgenreihe der Flächen nach einander, wenn man von jener am stumpfsten geneigten Schief-Endfläche des Euklases ausgeht, in deren Diagonalzone *n*, *o* und *q* liegen, und die zweifach schärfer geneigte, der entgegengesetzten Seite des Endes mit ihr combinirt. Die Kantenzone der letzteren und die Diagonalzone der ersteren bestimmen zuvörderst wieder die Fläche *n*; wie aber von da die Deduction zunächst zu *d* und *r*, sodann zu *f* und *u*, u.s.w. fortschreitet, bedarf nicht der wiederholten Verfolgung im Einzelnen.

Statt von der Levy'schen Schief-Endfläche mit 55° 10′ Neigung gegen die Axe [1] direct auszugehen, in deren Kantenzone (mit *s*) die Fläche *f* eine Abstumpfung der scharfen, die Fläche *r* eine Abstumpfung der stumpfen Endkante sein würde, wollen wir sie uns als irgend eine Schief-Endfläche des Systems, als ein $\left[\overline{a : m . c : \infty b}\right] = \left[\overline{\frac{1}{m} a : c : \infty b}\right]$ und die ihr gegen-

---

[1] Nach Levy's Messungen wäre der Säulenwinkel von $s = 114° 50'$, dessen Hälfte also 57° 25′, und der Neigungswinkel seiner Schief-Endfläche gegen die Seitenfläche $s = 118° 46'$, dessen Complement 61° 14′. Nun ist log cos 61° 14′ = 9,6823651
log sin 57° 25′ = 9,9256261
9,7567390 = l. cos 55° 10′ 14′

überliegende, in deren Kantenzone (mit *s*) *d* und *c* Abstumpfungen der stumpfen Endkante sind, als ein $\left[a' : n.c : \infty b\right] = \left|\frac{1}{n}a' : c : \infty b\right|$ denken, und so die allgemeinen Ausdrücke in *n* und *m* suchen, welche durch den angegebenen Zonenverband für die sämtlichen genannten Euklasflächen sich ergeben, so wird die Fläche $n = \left|\frac{2}{m-n}a : \frac{2}{m+n}b : c\right| = \left|\frac{a}{m-n} : \frac{b}{m+n} : \frac{c}{2}\right|$ (1) folglich eine supponirte Schief-Endfläche, in deren Diagonalzone *n*, so wie *o* und *q* gehören, $= \left|\frac{2}{m-n}a : c : \infty b\right|$.

Die Fläche *d* wird $\left|\frac{2}{3n+m}a' : \frac{2}{m+n}b : c\right| = \left|\frac{a'}{3n+m} : \frac{b}{m+n} : \frac{c}{2}\right|$ (2), also eine Schief-Endfläche, in deren Diagonalzone sie liegt, die Haüy'sche $P = \left|\frac{2}{3n+m}a' : c : \infty b\right|$.

---

(1) Der Zonenpunct, in welchem *s*, *r'* und *f* sich schneiden, ist nach der Voraussetzung $\left(\frac{1}{m}a + \frac{1}{m}b\right)$ oder die Axe der Kantenzone, in welcher *f* und *r'* liegen, ist $\left(c; \frac{1}{m}a + \frac{1}{m}b\right)$; die Axe der zweiten Kantenzone, in welcher *d'* und *c'* liegen, ist $\left(c; \frac{1}{n}a' + \frac{1}{n}b\right)$ oder der entsprechende Zonenpunct in unserer Figur ist $\left(\frac{1}{n}a' + \frac{1}{n}b\right)$. Nennen wir nun die Stücke (unserer Dimensionen *a* und *b*) αa und βb, welche eine durch die genannten zwei Zonenpuncte (gleicher Seite) gezogene gerade Linie abschneidet, d. i. αa und βb heifsen die Abstände der Durchschnittspuncte jener Geraden mit *a* und mit *b* vom Mittelpuncte der Figur; so erhält man, wie man mit Hülfe der Figur leicht sieht, die Proportionen $\frac{1}{n}b : \left(\frac{1}{n} + \alpha\right)a = \frac{1}{m}b : \left(\alpha - \frac{1}{m}\right)a$; also $n\alpha + 1 = m\alpha - 1$; $(m-n)\alpha = 2$; $\alpha = \frac{2}{m-n}$; und $\beta . b : \alpha . a = \frac{1}{m}b : \left(\alpha - \frac{1}{m}\right)a$; also $\beta = \frac{\alpha}{m\alpha - 1}$; aber $m\alpha - 1 = \frac{2m-(m-n)}{m-n} = \frac{m+n}{m-n}$; folglich $\beta = \frac{2}{m-n} : \frac{m+n}{m-n} = \frac{2}{m+n}$. Also die durch jene beiden Kantenzonen bestimmte Fläche $n = \left[\alpha . a : \beta . b : c\right] = \left|\frac{2}{m-n}a : \frac{2}{m+n}b : c\right|$, wie oben.

(2) Für *d* als $= \left[\alpha . a' : \beta . b : c\right]$ ist β im vorigen gegeben $= \frac{2}{m+n}$; aber $\alpha . a' : \frac{2}{m+n}b = \frac{1}{n}a' : \left(\frac{1}{n} + \frac{2}{m+n}\right)b$, oder $\alpha : \frac{2}{m+n} = 1 : \frac{m+n+2n}{m+n}$, giebt $\alpha = \frac{2}{3n+m}$, also $d = \left|\frac{2}{3n+m}a' : \frac{2}{m+n}b : c\right|$, wie oben.

Die Fläche $r = \boxed{\frac{2}{3m+n}a : \frac{2}{m+n}b : c} = \boxed{\frac{a}{3m+n} : \frac{b}{m+n} : \frac{c}{2}}$ (1), und eine Schief-Endfläche, in deren Diagonalzone sie liegt, wird $\boxed{\frac{2}{3m+n}a : c : \infty b}$.

Die Fläche $f = \boxed{\frac{2}{3n+m}a' : \frac{2}{3(m+n)}b : c} = \boxed{\frac{a'}{3n+m} : \frac{b}{3(m+n)} : \frac{c}{2}}$ (2)

Die Fläche $u = \boxed{\frac{2}{3m+n}a : \frac{1}{m+n}b : c}$ (3)

Die Fläche $o = \boxed{\frac{2}{m-n}a : \frac{1}{m+n}b : c}$ (4)

---

(1) Für $r = \boxed{\alpha . a : \beta . b : c}$ ist gleichfalls gegeben $\beta = \frac{2}{m+n}$; und man hat die Proportion $\alpha . a : \frac{2}{m+n}b = \frac{1}{m}a : \left(\frac{1}{m} + \frac{2}{m+n}\right)b = a : \frac{m+n+2m}{m+n}b$, folglich $\alpha = \frac{2}{3m+n}$, und die Fläche $r = \boxed{\frac{2}{3m+n}a : \frac{2}{m+n}b : c}$, wie oben.

(2) Für f als $\boxed{\alpha . a' : \beta . b : c}$ ist α gegeben $= \frac{2}{3n+m}$, und man hat ferner

$$\beta . b : \frac{2}{3n+m}a = \frac{1}{m}b : \left(\frac{1}{m} + \frac{2}{3n+m}\right)a = b : \frac{3n+3m}{3n+m}a; \text{ folglich}$$

$$\beta = \frac{2}{3n+3m} = \frac{2}{3(n+m)}; \text{ und } f = \boxed{\frac{2}{3n+m}a' : \frac{2}{3(n+m)}b : c}, \text{ wie oben.}$$

Das oben S. 252, Anm. vermifste Gegenstück zu f würde sein $\boxed{\frac{2}{3m+n}a : \frac{2}{3(m+n)}b : c}$.

(3) Für die Fläche u als $\boxed{\alpha . a : \beta . b : c}$ ist dadurch, dafs sie in gleicher Diagonalzone liegt mit r, im vorigen gegeben $\alpha = \frac{2}{3m+n}$; aufserdem liegt sie in der Kantenzone der obigen Schief-Endfläche $\boxed{\frac{2}{m-n}a : c : \infty b}$. Folglich ist der Zonenpunct, in welchem u und s, oder u' und s' sich schneiden, $= \left(\frac{2}{m-n}a + \frac{2}{m-n}b\right)$ — der Unterschied von b und b' ist hier gleichgültig —; und es wird

$$\beta . b : \frac{2}{3m+n}a = \frac{2}{m-n}b : \left(\frac{2}{m-n} - \frac{2}{3m+n}\right)a = \frac{2}{m-n}b : \frac{6m+2n-2m+2n}{(m-n)(3m+n)}b, \text{ d. i.}$$

$$\beta : \frac{2}{3m+n} = 2 : \frac{4(m+n)}{3m+n}; \text{ also } \beta = \frac{4}{4(m+n)} = \frac{1}{m+n};$$

und die Fläche $u = \boxed{\frac{2}{3m+n}a : \frac{1}{m+n}b : c}$, wie oben.

(4) Die beiden Werthe α und β für die Fläche o gehen unmittelbar daraus hervor, dafs sie mit n in gemeinschaftlicher Diagonalzone liegt, und dafs sie in b den Durchschnitt mit der Fläche u gemein hat. Aufserdem aber findet sich der nemliche Ausdruck für sie zufolge der dritten Eigenschaft, die sie besitzt, dafs sie nemlich in der Kantenzone der

Die Fläche $q = \boxed{\frac{2}{m-n}a : \frac{2}{3(m+n)}b : c}$ [1]

Die Fläche $i = \boxed{\frac{2}{3m+n}a : \frac{1}{2(m+n)}b : c}$ [2]

Die Fläche $c = \boxed{\frac{2}{5n+3m}a' : \frac{2}{3(m+n)}b : c}$ [3]

Es ergiebt sich, wie man sieht, als allgemeine Eigenschaft des Zonenverbandes, wie der im Euklassystem ist (unabhängig von den Werthen m und n, so wie von denen a, b, c), dafs — bei gleichen Werthen in c — der Coefficient des Werthes in b, oder der Werth, den wir β nannten, für d dreimal so grofs ist, als für f, welches mit d in einer und derselben Diago-

---

Schief-Endfläche $\boxed{\frac{2}{3n+m}a' : c : \infty b}$ liegt. Der entsprechende Zonenpunct, durch welchen sie demzufolge auch geht, ist also $\left(\frac{2}{3n+m}a' + \frac{2}{3n+m}b\right)$; und es wird sonach z. B.

$\beta . b : \frac{2}{m-n}a = \frac{2}{3n+m}b : \left(\frac{2}{3n+m} + \frac{2}{m-n}\right)a = 2b : \frac{2m-2n+6n+2m}{m-n}a = b : \frac{2(m+n)}{m-n}a;$

folglich $\beta = \frac{2}{2(m+n)} = \frac{1}{m+n}$, wie oben. Also ist die Eigenschaft dieser Fläche, auch in der dritten Zone zu liegen, wenn sie in zweien der 3 genannten liegt, allgemein, und von den besondern Werthen von m und n unabhängig.

[1] So wie wiederum α für die Fläche q unmittelbar gegeben ist, wie für o, so ist auch β unmittelbar gegeben durch ihren gemeinschaftlichen Durchschnitt in b mit f, d. i. durch eine Zone von f nach $\boxed{a : \infty b : \infty c}$.

[2] Für i ist gegeben die gleiche Diagonalzone mit r und u, also $\alpha = \frac{2}{3m+n}$, und wiederum, wie für o, die Kantenzone der Schief-Endfläche $\boxed{\frac{2}{3n+m}a' : c : \infty b}$, also der Zonenpunct $\left(\frac{2}{3n+m}a' + \frac{2}{3n+m}b\right)$. Dadurch erhält man

$\beta . b : \frac{2}{3m+n}a = \frac{2}{3n+m}b : \left(\frac{2}{3n+m} + \frac{2}{3m+n}\right)a = 2b : \frac{6m+2n+6n+2m}{3m+n}a = b : \frac{4(m+n)}{3m+n}a$; also $\beta = \frac{2}{4(m+n)} = \frac{1}{2(m+n)}$, wie oben.

[3] Für die Fläche c ist gegeben $\beta = \frac{2}{3(m+n)}$ durch den gemeinschaftlichen Durchschnitt in b mit f (wie mit q); aufserdem unsere Kantenzone, deren Zonenpunct $\left(\frac{1}{n}a' + \frac{1}{n}b\right)$ war, eine der beiden, von denen wir ausgingen. Demzufolge wird

$$\alpha . a' : \frac{2}{3(m+n)}b = \frac{1}{n}a' : \left(\frac{1}{n} + \frac{2}{3(m+n)}\right)b;$$

$$\alpha : \frac{2}{3(m+n)} = 1 : \frac{3m+3n+2n}{3(m+n)}; \text{ also } \alpha = \frac{2}{5n+3m}, \text{ wie oben.}$$

nalzone liegt; mit anderen Worten: dafs d in dieser Diagonalzone jederzeit die 3fach stumpfere Neigung hat von f, umgekehrt dieses die 3fach schärfere von jenem; eben so: dafs für die Flächen n, o, q, welche ebenfalls in einer gemeinschaftlichen Diagonalzone liegen, der Werth β für n 2mal so grofs ist als für o, und 3 mal so grofs als für q, also o die 2 fach schärfere, q die 3 fach schärfere Neigung hat von n; endlich: dafs für die Flächen r, u und i, welche wiederum gemeinschaftlich in einer und derselben Diagonalzone liegen, der Werth von β für r 2 mal so grofs ist als für u, und 4 mal so grofs als für i, mit andern Worten: dafs i die 4 fach schärfere, u die 2 fach schärfere Neigung von r in der ihnen gemeinschaftlichen Diagonalzone hat.

Dagegen hängt die besondere Eigenschaft des Euklassystems, deren wir oben gedachten, dafs die Schief-Endfläche, in deren Diagonalzone n, auf die obige Weise deducirt, gehört, die 4 fach stumpfere Neigung gegen die Axe c hat als jene Schief-Endfläche, die wir $= \boxed{a : m \,.\, c : \infty b} = \boxed{\frac{1}{m} a : c : \infty b}$ setzten, wie sehr leicht einzusehen, davon ab, dafs $m = 2n$; denn wenn $\frac{2}{m-n} = 4 \,.\, \frac{1}{m}$ sein soll, so ist $m = 2(m-n)$, d. i. $2n = m$.

Setzt man nun $m = 1$, d.i. geht man von der Levy'schen primitiven Schief-Endfläche aus, und setzt somit $n = \frac{1}{2}$, dann werden die Ausdrücke der Flächen

$$n = 4a : \tfrac{3}{4} b : c = \boxed{a : \tfrac{1}{3} b : \tfrac{1}{4} c}$$

$$d = \tfrac{4}{5} a' : \tfrac{4}{3} b : c = \boxed{\tfrac{1}{5} a' : \tfrac{1}{3} b : \tfrac{1}{4} c}$$

$$r = \tfrac{4}{7} a : \tfrac{4}{3} b : c = \boxed{\tfrac{1}{7} a : \tfrac{1}{3} b : \tfrac{1}{4} c}$$

$$f = \tfrac{4}{5} a' : \tfrac{4}{9} b : c = \boxed{\tfrac{1}{5} a' : \tfrac{1}{9} b : \tfrac{1}{4} c}$$

$$u = \tfrac{4}{7} a : \tfrac{2}{3} b : c = \boxed{\tfrac{1}{7} a : \tfrac{1}{6} b : \tfrac{1}{4} c}$$

$$o = 4a : \tfrac{2}{3} b : c = \boxed{a : \tfrac{1}{6} b : \tfrac{1}{4} c}$$

$$q = 4a : \tfrac{4}{9} b : c = \boxed{a : \tfrac{1}{9} b : \tfrac{1}{4} c}$$

$$i = \tfrac{4}{7} a : \tfrac{1}{3} b : c = \boxed{\tfrac{1}{7} a : \tfrac{1}{12} b : \tfrac{1}{4} c}$$

$$c = \tfrac{4}{11} a' : \tfrac{4}{9} b : c = \boxed{\tfrac{1}{11} a' : \tfrac{1}{9} b : \tfrac{1}{4} c}$$

Nicht allein der bloſse Anblick dieser Ausdrücke zeigt, wie sie alle sich vereinfachen, wenn man $\frac{1}{4}c$ als Einheit in c nimmt, sondern auch der Anblick unserer Figur legt direct an den Tag, wie alles sich vereinfacht, wenn man, statt von der Levy'schen p, von der Schief-Endfläche mit der 4 fach stumpferen Neigung gegen die Axe c ausgeht, d. i. eben von der, in deren Diagonalzone n, o und q liegen; dann wird in den obigen allgemeinen Formeln $m = 4$, $n = 2$, und die Ausdrücke der Flächen werden

$$n = \boxed{a : \tfrac{1}{3} b : c}$$
$$o = \boxed{a : \tfrac{1}{6} b : c}$$
$$q = \boxed{a : \tfrac{1}{9} b : c}$$
$$d = \boxed{\tfrac{1}{5} a' : \tfrac{1}{3} b : c}$$
$$f = \boxed{\tfrac{1}{5} a' : \tfrac{1}{9} b : c}$$
$$r = \boxed{\tfrac{1}{7} a : \tfrac{1}{3} b : c}$$
$$u = \boxed{\tfrac{1}{7} a : \tfrac{1}{6} b : c}$$
$$i = \boxed{\tfrac{1}{7} a : \tfrac{1}{12} b : c}$$
$$c = \boxed{\tfrac{1}{11} a' : \tfrac{1}{9} b : c}$$

Wollte man die allgemeinen Ausdrücke der Flächen so construiren, daſs man von eben dieser Schief-Endfläche, $= \boxed{a : m . c : \infty b} = \boxed{\tfrac{1}{m} a : c : \infty b}$ gesetzt, und von der vorigen Kantenzone $\left(c ; \frac{1}{n} a' + \frac{1}{n} b\right)$ ausgienge, dann würden die Ausdrücke

$$n = \boxed{\frac{1}{m} a : \frac{1}{m+n} b : c}$$
$$d = \boxed{\frac{1}{m+2n} a' : \frac{1}{m+n} b : c}$$
$$r = \boxed{\frac{1}{3m+2n} a : \frac{1}{m+n} b : c} \quad (^1)$$

---

(1) Der Ausdruck für r ist bedingt durch den Ausdruck des Durchschnittspunctes von n mit s; dieser ist $\left(\frac{1}{2m+n} a + \frac{1}{2m+n} b\right)$, oder wenn man ihn als $(\alpha . a + \beta . b)$ denkt, so ist $\alpha = \beta$, und $\beta . b : \frac{1}{m} b = \frac{1}{n+m} : \frac{1}{n+m} + \frac{1}{m} = m : 2m + n$; daher $\beta = \frac{1}{2m+n} = \alpha$.

$$f = \boxed{\frac{1}{m+2n}a' : \frac{1}{3(m+n)}b : c} \quad (^1)$$

$$u = \boxed{\frac{1}{3m+2n}a : \frac{1}{2(m+n)}b : c} \quad (^2)$$

$$o = \boxed{\frac{1}{m}a : \frac{1}{2(m+n)}b : c}$$

$$q = \boxed{\frac{1}{m}a : \frac{1}{3(m+n)}b : c}$$

$$i = \boxed{\frac{1}{3m+2n}a : \frac{1}{4(m+n)}b : c} \quad (^3)$$

$$c = \boxed{\frac{1}{3m+4n}a' : \frac{1}{3(m+n)}b : c} \quad (^4)$$

Nun aber ist für die Fläche r, wiederum als $\boxed{\alpha . a : \beta . b : c}$ gedacht, $\alpha . a : \frac{1}{n+m} b = \frac{1}{2m+n} a : \left(\frac{1}{n+m} + \frac{1}{2m+n}\right) b = (n+m) a : (3m+2n) b$; daher $\alpha = \frac{1}{3m+2n}$, wie oben.

(1) Aus dem vorigen Ausdruck des Durchschnittspunctes von n und s, als des wieder zur Bestimmung von f concurrirenden Zonenpunctes, ergiebt sich für f, dessen $\alpha = \frac{1}{m+2n}$ gegeben ist, wiederum die Proportion

$\beta : \frac{1}{m+2n} = \frac{1}{2m+n} : \frac{1}{m+2n} + \frac{1}{2m+n} = m+2n : 3m+3n$; daher $\beta = \frac{1}{3(m+n)}$, wie oben.

(2) Man hat für u, dessen $\alpha = \frac{1}{3m+2n}$, und für welches der Zonenpunct $\frac{1}{m}(a+b)$ gegeben ist, die Proportion

$$\beta : \frac{1}{3m+2n} = \frac{1}{m} : \frac{1}{m} - \frac{1}{3m+2n} = 3m+2n : 2m+2n; \text{ daher } \beta = \frac{1}{2(m+n)}$$

Das oben vermifste Gegenstück zu f würde $\boxed{\frac{1}{3m+2n}a : \frac{1}{3(m+n)}b : c}$ sein.

(3) Der Durchschnittspunct von i mit s, als der Zonenpunct der Kantenzone der Schief-Endfläche $\boxed{\frac{1}{m+2n}a' : c : \infty b}$, ist $\frac{1}{m+2n}(a'+b)$, und giebt also für i die Proportion

$\beta : \frac{1}{3m+2n} = \frac{1}{m+2n} : \frac{1}{m+2n} + \frac{1}{3m+2n} = 3m+2n : 4m+4n$; daher $\beta = \frac{1}{4(m+n)}$

(4) Da man für die Fläche c, $\beta = \frac{1}{3(m+n)}$ und den Zonenpunct $\frac{1}{n}(a'+b')$ gegeben hat, so findet sich sein α durch die Proportion

$\alpha : \frac{1}{3(m+n)} = \frac{1}{n} : \frac{1}{n} + \frac{1}{3(m+n)} = 3m+n : 3m+4n$; also $\alpha = \frac{1}{3m+4n}$, wie oben.

Wenn $m = 1$, und $n = 2$ gesetzt wird, so geben diese Formeln die so eben genannten Zahlenwerthe; wenn $m = \frac{1}{4}$, $n = \frac{1}{2}$ gesetzt wird, so geben sie die obigen ersten Zahlenwerthe, bei welchen die Levy'sche primitive Schief-Endfläche als Maafs der Einheit für die Neigungen der Flächen der vertikalen Zone gegen die Axe dient.

Ähnliche allgemeine Formeln, wie die hier aus zwei Gesichtspuncten für das Euklassystem entwickelten, lassen sich für jedes andre Krystallsystem ableiten, und es ist wohl nicht ohne Interesse, die ähnlichen zusammenzustellen und zu vergleichen; wobei der eigenthümliche Gang des Krystallsystems eines jeden in seinen ersten Ausgangspuncten und in allen seinen wesentlichen Zügen schärfer hervortritt, der etwas ganz anderes ist, als die jedem eigenthümlichen Winkelgröfsen, der vielmehr in der eigenthümlichen Art und Weise des Zonenverbandes, in der Combinationsweise der bei der krystallinischen Structur concurrirenden Elemente oder Gröfsen begründet ist, und der daher auch in der Figur einer aus gleichem Gesichtspuncte entworfenen Projection beim Gebrauch der graphischen Methode von selbst sich darstellt.

Ein solches dem Euklassystem näher vergleichbares und in seinem Gange ganz eigenthümliches Krystallsystem ist das des Epidotes [1].

Wenn wir die Haüy'sche Fläche T uns allgemein als ein $\left[a : m \cdot c : \infty b\right]$, die Haüy'sche Fläche M als ein $\left[a' : n \cdot c : \infty b\right]$, die Haüy'sche Fläche n aber als das $\left[a : b : \infty c\right]$ denken, so erhält man zuerst, wie bei dem Euklas n, nach der ersten Reihe der allgemeinen Formeln, als durch die beiden Kantenzonen der zweierlei genannten Schief-Endflächen, oder durch die beiden Zonenpuncte $\frac{1}{m}(a + b)$, und $\frac{1}{n}(a' + b)$ bestimmt,

die Epidotfläche $d = \left[\frac{2}{m-n} a : \frac{2}{m+n} b : c\right]$ = Euklasfläche n [2];

dagegen ist der weitere Entwickelungsgang beider Systeme völlig verschieden. Es werden nemlich die

---

[1] Vgl. meine Abhandlung über die Theorie des Epidotsystems in den Abh. d. phys. Kl. vom Jahre 1819. S. 258.

[2] S. oben S. 255.

Epidotflächen $h = \boxed{\frac{1}{n} a' : \frac{2}{m+n} b : c}$

$u = \boxed{\frac{1}{m} a : \frac{2}{m+n} b : c}$

$o = \boxed{\frac{1}{n} a' : \frac{1}{m+n} b : c}$

$z = \boxed{\frac{1}{m} a : \frac{1}{m+n} b : c}$

$s = \boxed{\frac{1}{m+2n} a' : \infty b : c}$

$l = \boxed{\frac{1}{n+2m} a : \infty b : c}$

(1) $= \boxed{\frac{2}{n+3m} a : c : \infty b}$

(2) $= \boxed{\frac{2}{m+3n} a' : c : \infty b}$

$i = \boxed{\frac{3}{m+4n} a' : c : \infty b}$

k(3) $= \begin{cases} \boxed{\frac{3}{m+2} a : c : \infty b} \\ \boxed{\frac{3}{2m-n} a : c : \infty b} \end{cases}$

$x = \boxed{\frac{1}{m+2n} a' : \frac{1}{m+n} b : c}$

$y = \boxed{\frac{1}{n+2m} a : \frac{1}{m+n} b : c}$

$q = \boxed{\frac{1}{n+2m} a : \frac{1}{2(m+n)} b : c}$

---

(1) Die a. a. O. S. 258 und 266 genannte Fläche $\boxed{a : 9c : \infty b}$.

(2) Die a. a. O. S. 266 erwähnte $\boxed{a' : 7c : \infty b}$.

(3) Der erste Ausdruck gilt für k als bestimmt durch Zonen von z nach d (entgegengesetzten b's); der zweite als bestimmt durch Zonen von q nach o (entgegengesetzten a's und b's). Beide so bestimmte Flächen fallen nur dann in Eine, wenn $m + 2 = 2m - n$, d. i. wenn

Schon die analogen Flächen von h und u fehlen dem Euklas, wenn man d Epidot $= n$ Euklas setzt, so wie dann umgekehrt d und r des Euklases dem Epidot fehlen. Dahingegen werden die Analogien gröfser (immer jedoch nur in der allgemeineren Formel, nicht in der speciellen, von den Werthen von m und n abhängigen), wenn man die Epidotflächen mit den Euklasflächen nach der zweiten Construction der Formeln vergleicht; denn dann wird allerdings

z, Epidot $= n$, Euklas
u, » $= o$, »
x, » $= d$, »

Indefs hängen alle solche Gleichsetzungen in der allgemeinen Formel von dem gewählten Ausgangspuncte bei der Entwickelung des nemlichen Zonenverbandes ab; und wie beim Euklas, so werden sich die allgemeinen Formeln der Epidotflächen wiederum verändern, wenn man z. B. nicht das Haüy'sche T, sondern jene a. a. O. S. 265 $\left[\overline{a : c : \infty b}\right]$ geschriebene Schief-Endfläche des Systemes $= \left[\underline{a : m . c : \infty b}\right]$ setzt, die beiden anderen Voraussetzungen aber unverändert läfst.

Zwischen dem Gypssystem und dem Epidotsystem findet sich — abgesehen von dem, was das Epidotsystem schon in der Erscheinung so ganz eigenthümlich macht, nemlich der grofsen Frequenz und relativen Ausdehnung der Flächen der vertikalen Zone $\left[\underline{a : x . c : \infty b}\right]$ — eine zwar versteckte, aber unerwartet grofse Analogie, wenn man beim Gips, wie gewöhnlich, von der Säule f ausgeht, die Schief-Endfläche, in deren Diagonalzone die gewöhnlichen Endigungsflächen l liegen, sich als $\left[\overline{a : m . c : \infty b}\right]$, den blättrigen Bruch T aber als $\left[\underline{a' : n . c : \infty b}\right]$ denkt; schon aus meiner ersten Abhandlung über das Gipssystem ([1]) geht klar hervor, dafs die allgemeinen Ausdrücke der Gipsflächen, aus gleichen Gesichtspuncten entwickelt, mit den Ausdrükken der Epidotflächen grofsentheils zusammenfallen müssen.

$m - n = 2$. Die Zone von u nach q, gleichen Sinnes in b, oder die von u nach o, entgegengesetzten Sinnes in b, kann ebenfalls zur Bestimmung der Haüy'schen Fläche k gewählt werden.

([1]) S. die Abhandl. d. phys. Klasse für das Jahr 1821.

Feldspath, Hornblende, Augit sind diejenigen 2- und 1-gliedrigen Krystallsysteme, welche auf das allereinfachste Verhältniſs jener Coëfficienten gegründet sind, die wir m und n nannten; für sie nemlich ist $m = n = 1$; stellen wir sie ebenfalls unter den vorigen allgemeinen Gesichtspunct, und betrachten wir ihr $\boxed{a : c : \infty b}$ allgemeiner als ein $\boxed{a : m . c : \infty b}$, ihr $\boxed{a' : c : \infty b}$ als ein $\boxed{a' : n . c : \infty b}$, so finden sich für ihre Flächen, in Folge der bekannten Gesetze, wonach dieselben durch gewisse Zonen bestimmt sind, $\boxed{a : b : \infty c}$ unverändert gelassen, folgende allgemeinere Ausdrücke:

$$\boxed{a' : \tfrac{1}{2} b : c} = \boxed{\frac{1}{n} a' : \frac{1}{n+m} b : c}$$

$$\boxed{a : \tfrac{1}{4} b : c} = \boxed{\frac{1}{m} a : \frac{1}{2(n+m)} b : c}$$

$$\boxed{a' : 3c : \infty b} = \boxed{\frac{1}{2n+m} a' : c : \infty b}$$

$$\boxed{\tfrac{1}{3} a' : \tfrac{1}{4} b : c} = \boxed{\frac{1}{2n+m} a' : \frac{1}{2(n+m)} b : c}$$

$$\boxed{\tfrac{1}{3} a : \tfrac{1}{2} b : c} = \boxed{\frac{1}{2m+n} a : \frac{1}{n+m} b : c}$$

$$\boxed{\tfrac{1}{3} a : \tfrac{1}{6} b : c} = \boxed{\frac{1}{2m+n} a : \frac{1}{3(n+m)} b : c}$$

$$\boxed{a' : \tfrac{1}{6} b : c} = \boxed{\frac{1}{n} a' : \frac{1}{3(n+m)} b : c}$$

$$\boxed{a : 5c : \infty b} = \boxed{\frac{1}{2n+3m} a : c : \infty b}$$

$$\boxed{\tfrac{1}{5} a : \tfrac{1}{4} b : c} = \boxed{\frac{1}{2n+3m} a : \frac{1}{2(n+m)} b : c}$$

$$\boxed{\tfrac{1}{5} a' : \tfrac{1}{6} b : c} = \boxed{\frac{1}{2m+3n} a' : \frac{1}{3(n+m)} b : c}$$

$$\boxed{3a' : c : \infty b} = \boxed{\frac{3}{2n-m} a' : c : \infty b}$$

$$\boxed{\tfrac{3}{5} a' : c : \infty b} = \boxed{\frac{3}{4n+m} a' : c : \infty b}$$

$$\boxed{3a : b : \infty c} = \boxed{\frac{3}{2n - m} a' : b : \infty c}$$

$$\boxed{3a : b : \infty c} = \boxed{3a : b : \infty c} \quad (^1)$$

Man kann die Epidotflächen in einen ununterbrochen fortlaufenden Zusammenhang mit dieser einfachsten Entwickelungsreihe bringen, wenn man, wie vorhin erwähnt wurde, das $\boxed{a : c : \infty b}$ des Epidotes[2] als $\boxed{a : m . c : \infty b}$, und das T, d. i. das $\boxed{a' : 3c : \infty b}$ desselben, wie bei Feldspath u. s. f. deducirt, der eben gegebenen Tabelle gemäfs als $\boxed{\frac{1}{2n + m} a' : c : \infty b}$, folglich auch M, d. i. sein $\boxed{a : 5c : \infty b}$ als $\boxed{\frac{1}{2n + 3m} a : c : \infty b}$ und sein $d = \boxed{a : \frac{1}{4} b : c}$ als $\boxed{\frac{1}{m} a : \frac{1}{2(n + m)} b : c}$ setzt. Dann würden

$$h \text{ Epidot} = \boxed{\frac{1}{2n + m} a' : \frac{1}{2(n + m)} b : c}$$

$$o \;-\; = \boxed{\frac{1}{2n + m} a' : \frac{1}{4(n + m)} b : c}$$

$$u \;-\; = \boxed{\frac{1}{2n + 3m} a : \frac{1}{2(n + m)} b : c}$$

$$z \;-\; = \boxed{\frac{1}{2n + 3m} a : \frac{1}{4(n + m)} b : c}$$

$$\boxed{a : 9c : \infty b} \;-\; = \boxed{\frac{1}{4n + 5m} a : c : \infty b}$$

$$\boxed{a' : 7c : \infty b} \;-\; = \boxed{\frac{1}{4n + 3m} a' : c : \infty b}$$

$$s \;-\; = \boxed{\frac{1}{6n + 5m} a' : c : \infty b}$$

$$l \;-\; = \boxed{\frac{1}{6n + 7m} a : c : \infty b}$$

---

(1) Diese letztere Bestimmung, durch welche der Ausdruck $\boxed{3a : b : \infty c}$ ein allgemeiner, von den Werthen von m und n unabhängiger wird, ist die vermittelst der Zone, durch welche auch die Fläche $\boxed{\frac{3}{4n + m} a' : c : \infty b}$ bestimmt wird.

(2) S. die oben angeführte Abh. über das Epidotsystem, S. 265.

$$x \text{ Epidot} = \boxed{\frac{1}{6n+5m}a' : \frac{1}{4(n+m)}b : c}$$

$$y \quad - \quad = \boxed{\frac{1}{6n+7m}a : \frac{1}{4(n+m)}b : c}$$

$$q \quad - \quad = \boxed{\frac{1}{6n+7m}a : \frac{1}{8(n+m)}b : c}$$

$$i \quad - \quad = \boxed{\frac{1}{10n+7m}a' : c : \infty b}$$

$$k(^1) \quad - \quad = \begin{cases} \boxed{\frac{3m}{2n+5m}a : c : \infty b} \\ \boxed{\frac{3}{2n+5m}a : c : \infty b} \end{cases}$$

$$e(^2) \quad - \quad = \boxed{a : 2b : \infty c}$$

Man möge nun beim Epidot von einer eben solchen Voraussetzung ausgehen, wie sie für Feldspath, Hornblende oder Augit gültig ist, d. i. von der Voraussetzung, $m = n = 1$, oder von jener der Beobachtung näher liegenden, $n:m = 3:5$, welches Verhältnifs in der vertikalen Zone des Feldspaths nicht allein auch vorkommt, sondern zweimal vorkommt, sowohl zwischen $\boxed{a' : 3c : \infty b}$ und $\boxed{a : 5c : \infty b}$, als zwischen $\boxed{a : c : \infty b}$ und $\boxed{a' : \frac{5}{3}c : \infty b}$; immer bleibt der Entwickelungsgang der Flächen aller dieser 2- und 1-gliedrigen Systeme, und somit, wie es scheint, auch des Gypses, höchst verwandt unter sich. Ihm gegenüber kann man nicht verkennen, dafs das Euklassystem eine Eigenthümlichkeit darin besitzt, dafs ein Verhältnifs 2:1

(¹) Der erstere Ausdruck folgt für k als bestimmt durch Zonen von z nach d, entgegengesetzten b's; der andere, durch Zonen von u nach o (entgegengesetzten a's und b's); beiderlei Zonen geben dieselbe Fläche, wenn $m = 1$.

(²) Unter den verschiedenen Deductionsweisen der Fläche e bietet sich als die einfachste dar die durch Zonen von u nach M; sie giebt den Durchnittspunct beider $= \left(\frac{1}{2n+m}a' + \frac{2}{2n+m}b\right)$, wie aus der leichtesten Rechnung zu ersehen; folglich ist eine durch diesen Durchschnittspunct und den Mittelpunct der Figur gelegte Ebene immer parallel $\frac{1}{2n+m}a : \frac{2}{2n+m}b : \infty c$ $= \boxed{a : 2b : \infty c}$. Dasselbe Resultat giebt die Deduction durch Zonen von h nach T, fast durch Wiederholung der nemlichen Rechnung. Beide (und so mehrere andere noch) führen immer auf den gleichen, von m und n unabhängigen Werth für e.

der Bildung seiner Krystallflächen die besondere Richtung giebt, sei es nun, dafs man dieses Verhältnifs ursprünglich in der vertikalen Zone eintretend sich vorstellt, wie unsere Figur mit der ganzen obigen Erörterung es schon anschaulich macht, und wir auf das Verhältnifs $n : m = 2 : 1$ als dasjenige hingeleitet werden, welchem Hr. Prof. Neumann in seinen „Beiträgen zur Krystallonomie" den Namen des Grundverhältnisses der 2- und 1-gliedrigen Systeme beilegte; oder sei es, dafs wir das nemliche Verhältnifs ursprünglich in die horizontale Zone verlegen. Denn allerdings könnte man, statt in der vertikalen Zone von den Schief-Endflächen der beiden herrschenden Kantenzonen, oder der stumpferen von beiden und derjenigen auszugehen, deren Diagonalzone die Flächen n, o, q enthält, dem Feldspath auch entsprechend jenes Verhältnifs $1 : 5$ (beim Feldspath zwischen $[a' : c : \infty b]$ und $[a : 5c : \infty b]$ hervorheben, welches, nach der obigen Darstellung, beim Euklassystem in der vertikalen Zone ebenfalls sich findet, und zwar für die Schief-Endfläche, in deren Diagonalzone n, o, q liegt, einerseits, und das Haüy'sche P, in deren Diagonalzone f und o liegen, andrerseits; ja die Wichtigkeit dieser beiden Endigungsflächen für das Euklassystem und der Umstand, dafs der letzteren sogar der so deutliche blättrige Bruch (nächst dem Hauptbruch parallel $[b : \infty a : \infty c]$ der deutlichste) parallel geht, giebt einem so gewählten Ausgangspunct für den Gang des Systems ein sehr grofses Gewicht; indefs so lange man die Seitenflächen s als die gegebenen $[a : b : \infty c]$ betrachtet, bliebe noch immer eine Lücke in der Deduction. Diese Lücke würde aber freilich sogleich ausgefüllt, sobald man die noch nicht erwähnte, aber freilich auch vorhandene und ohne alle Schwierigkeit nach dem obigen Zonenverband zu deducirende Seitenfläche $[a : 2b : \infty c]$ eintreten läfst. Würde man von ihr als Seitenfläche ausgehen, also das b im Grundwerth gegen a und c verdoppeln, dann würde $n = [a : \frac{1}{6} b : c]$ unmittelbar folgen, und so fort das übrige, zunächst d, dann s, dann f und r u. s. w. Alle Flächen behielten die vorigen Ausdrücke, S. 259, nur der Coëfficient von b halb so grofs, wie dort, $d = [\frac{1}{5} a' : \frac{1}{6} b : c]$, $r = [\frac{1}{7} a : \frac{1}{6} a : c]$, $f = [\frac{1}{5} a' : \frac{1}{18} b : c]$ u. s. f.; u als in den Zonen von $P (II)$ nach h, und von s nach $[a : c : \infty b]$ gemeinschaftlich, erhält um so mehr Bedeutung.

Behalten wir aber auch, der Beobachtung gemäfs, s als die gegebene, ohne alle Widerrede herrschende, hauptsächlichste, primär zu nennende Seitenfläche, und somit die Ausdrücke der Flächen sämtlich unverändert wie S. 259 bei, so können wir dennoch in der vertikalen Zone von $[a:c:\infty b]$ und $[\frac{1}{5}a':c:\infty b]$ ausgehen, und den Schlüssel des ferneren Entwickelungsganges des Systemes in der Richtung finden, die dasselbe von diesen Schief-Endflächen nach den Seitenflächen $[a:2b:\infty c]$, d. i. h, statt nach s, nimmt, so dafs die Kantenzonen von jenen, nicht von diesen, zunächst sich ausbilden, und durch den ferneren Verlauf erst unsre anfänglich erörterten Kantenzonen von s nach den jetzt abgeleitet sich darstellenden, überhaupt nur construirten Schief-Endflächen $[\frac{1}{2}a':c:\infty b]$ und $[\frac{1}{4}a:c:\infty b]$ oder Levy's p. Das Verhältnifs aber der Verdoppelung der einen Dimensionslinie gegen die andre für Flächen Einer Zone, und vollends einer solchen, deren Axe, wie hier, einer der Grunddimensionen des Systemes parallel ist, während die beiden anderen eben das Maafs für die Neigung der Flächen in dieser Zone abgeben, ist nicht allein bei den 2- und 2-gliedrigen Systemen bekanntlich das allereinfachste und allergewöhnlichste, daher wir uns von seiner Deduction zu sprechen hier enthalten können; sondern es ist auch von den 2- und 1-gliedrigen Systemen, (wo freilich das Fortschreiten in der Reihe ungerader Zahlen, wie wir gesehen haben, insbesondere für die Neigungen in der vertikalen Zone offenbar das herrschende, und sehr characteristisch ist,) dennoch keineswegs ausgeschlossen. Dafür bürgt schon seine allgemeine Begründung in der Art, wie sie eben das 2- und 2-gliedrige System beständig zu Tage legt; wir wurden auch noch so eben beim Epidot durch dessen Fläche c erinnert, wie verwandt es dem Entwickelungsgange eines 2- und 1-gliedrigen Systemes bleibt; und was den Euklas selbst betrift, so fehlt ihm eine Seitenfläche $[a:2b:\infty c]$, wenn $s = [a:b:\infty c]$, keineswegs, wie wir sogleich ausführlicher erörtern werden. Vorher aber wollen wir die Bemerkung machen, dafs, wenn anders die Systeme der Hornblende und des Augites jenen inneren nahen Zusammenhang unter sich haben, den man geneigt sein darf, für sie anzunehmen, er in nichts anderem besteht, als dafs es bei dem einen die Fläche $[a:2b:\infty c]$, bei dem

andern die Fläche $\overline{[a : b : \infty c]}$ ist, gegen welche eine und dieselbe Schief-Endfläche $\overline{[a : c : \infty b]}$ sich richtet, und ihre Kantenzonen bildet.

Die verschiedenen Seitenflächen also, welche beim Euklas so mannichfaltig noch vorzukommen, und schon durch die Längenstreifung sich zu verkündigen pflegen, werden zwar von den verschiedenen Beobachtern verschieden bestimmt, und sämtlich als Zuschärfungen der stumpfen, nicht der scharfen Seitenkante. Die von Haüy angegebenen Flächen waren $\overline{[a : \frac{3}{2} b : \infty c]}$ und $\overline{[a : \frac{5}{2} b : \infty c]}$, die anderthalb-, und die drittehalbfach stumpfere; die 2 fach stumpfere $\overline{[a : 2b : \infty c]}$ giebt aber sowohl Hr. Levy, der ihr den Buchstaben h beilegt, als andre Messungen; die anderthalbfach stumpfere giebt Hr. Levy ebenfalls wie Haüy; eine andere Messung $\overline{[a : \frac{5}{3} b : \infty c]}$ kommt dieser nahe genug, um beide verwechselbar zu machen; wir haben es für angemessener gehalten, unsere Figur mit ihnen nicht zu überfüllen.

Nur die Fläche $h = \overline{[a : 2b : \infty c]}$ ist demgemäfs in unserer Figur mit aufgenommen, und dadurch alles in derselben leicht anschaulich gemacht, was wir so eben über die Kantenzonen, die sich auf $\overline{[a : 2b : \infty c]}$ beziehen, gesagt haben. Um diese Flächen selbst aus dem Verhältnifs der übrigen abzuleiten, bieten sich, wie man sieht, der Zonen viele dar; so von d und r', von n', u und $P(H)$, von n und c; von o, r und f; von o' und d'; von q und u'; von q' und i; jede von ihnen, combinirt mit der Axe der horizontalen Zone, reicht zur Deduction von $\overline{[a : 2b : \infty c]}$ hin. Die Durchschnittspuncte der eben genannten Flächen unter sich und mit der Fläche $\overline{[a : 2b : \infty c]}$ in unserer Projectionsebene sind, genauer bezeichnet, folgende:

1. Der Durchschnittspunct von d mit r, entgegengesetzten b's; dieser ist $(a + 2b)$.
2. — — — n — u, gleichen b's; er ist $(\frac{1}{5} a' + \frac{2}{5} b) = \frac{1}{5}(a' + 2b)$.
3. — — — n — c, gleichen b's; er ist $(\frac{1}{7} a + \frac{2}{7} b) = \frac{1}{7}(a + 2b)$.
4. — — — d — o, gleichen b's; er ist $(\frac{1}{11} a' + \frac{2}{11} b) = \frac{1}{11}(a' + 2b)$.

5. Der Durchschnittspunct von f, r und o, gleichen b's; er ist $(\frac{1}{13}a + \frac{2}{13}b)$
$= \frac{1}{13}(a + 2b)$.
6. — — — i mit q, gleichen b's; er ist $(\frac{1}{17}a' + \frac{2}{17}b)$
$= \frac{1}{17}(a' + 2b)$.
7. — — — u — q, gleichen b's; er ist $(\frac{1}{19}a + \frac{2}{19}b)$
$= \frac{1}{19}(a + 2b)$.

Die Lage dieser Puncte in der Linie h ist also so, daſs auf der einen, positiven Seite die Abstände der Durchschnittspuncte vom Mittelpunct im Verhältniſs sich finden

$$\left(\frac{1}{1} =\right) \frac{1}{0.6+1} : \frac{1}{1.6+1} : \frac{1}{2.6+1} : \frac{1}{3.6+1},$$

auf der anderen, negativen

$$\frac{1}{1.6-1} : \frac{1}{2.6-1} : \frac{1}{3.6-1}.$$

Andrerseits sind die verschiedenen Zonenpuncte, welche in die Seitenflächen s selbst fallen, folgende:

$(a + b)$ ist der Schneidungspunct von s mit u, oder von s' mit u';

$\frac{1}{2}(a' + b)$ — — — n mit d und c entgegengesetzten b's;

$\frac{1}{4}(a + b)$ — — — n und f gleichen, mit r entgegengesetzten b's;

$\frac{1}{8}(a' + b)$ — — — d und q gleichen b's.

$\frac{1}{5}(a' + b)$ — — — o mit i gleichen b's, so wie mit der Schief-Endfläche $\left[\frac{1}{5}a' : c : \infty b\right]$, die durch blättrigen Bruch, und durch die Flächen ihrer Diagonalzone, f und d, so wichtig ist;

$\frac{1}{10}(a + b)$ ist der Schneidungspunct von r und q gleichen b's (mit s), eine 2fach schärfer geneigte Schief-Endfläche andeutend, als die eben genannte $\left[\frac{1}{5}a' : c : \infty b\right]$ ist, auf der entgegengesetzten Seite des Endes;

$\frac{1}{20}(a' + b)$ ist der Schneidungspunct von i mit s';

$\frac{1}{7}(a + b)$ — — der Schief-Endfläche $\left[\frac{1}{7}a : c : \infty b\right]$ (in deren Diagonalzone r, u und i gehören) mit s und dem anderen o; (vgl. den Zonenpunct $\frac{1}{5}(a' + b)$. Auch von $\left[\frac{1}{7}a : c : \infty b\right]$ ist wieder auf entgegengesetzter Seite die 2 fach schärfere $\left[\frac{1}{14}a' : c : \infty b\right]$ durch den Durch-

schnitt von f mit s angedeutet, nach der Analogie so vieler Verdoppelungen dieser Art, wie $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}; \frac{1}{5}, \frac{1}{10}, \frac{1}{20}$; wobei immer die abwechselnden Glieder einer solchen Reihe der Verdoppelungen derselben Seite des Endes, die benachbarten den entgegengesetzten Seiten des Endes angehören. Die Glieder $\frac{1}{13}$ und $\frac{1}{19}(a+b)$ finden sich hier auch wieder, die $\frac{1}{11}$ und $\frac{1}{17}(a'+b)$ fehlen.

Wollen wir noch die übrigen Seitenflächen des Euklases erörtern, so ist der Kreis ungemein eingeschränkt, welchen unsre Zonenpuncte, so wie die Figur sie giebt, zum Behuf der Bestimmung einer Seitenfläche zwischen s und h $= [a : 2b : \infty c]$ darbieten, wie es eine Fläche $[a : \frac{3}{2} b : \infty c]$ oder $[a : \frac{5}{3} b : \infty c]$ sein würde. Wirklich aber findet sich für die erstere ein Durchschnittspunct von r mit c, entgegengesetzten b's; er ist $(\frac{2}{5} a + \frac{3}{5} b) = \frac{1}{5}(2a + 3b)$ oder $\frac{2}{5}(a + \frac{3}{2} b)$. Die Schief-Endfläche, in der er liegen würde, wäre die 2fach stumpfer geneigte von P (II.) entgegengesetzten Endes; vgl. oben. Durch ihn also, oder durch eine Zone von einem r der vorderen Seite rechts gegen ein c der hinteren Seite links (oder umgekehrt, wenn man will), läfst allerdings die von Haüy angegebene Fläche l, deren Vorkommen auch von Levy bestätiget wird, genügend sich begründen. Nicht minder nahe liegt die Begründung einer Seitenfläche $[a : \frac{4}{3} b : \infty c]$; denn der Durchschnittspunct von d mit u, entgegengesetzten b's, ist $(a' + \frac{4}{3} b)$, und hat folglich noch die besondere Wichtigkeit, dafs er, wie man sieht, zugleich in eine Schief-Endfläche $[a' : c : \infty b]$, das Gegenstück von $[a : c : \infty b]$ fallen würde. Zugleich findet sich $\frac{1}{9}(a' + \frac{4}{3} b) = (\frac{1}{9} a' + \frac{4}{27} b)$ als Durchschnitt von d mit i gleichen b's. Beide Seitenflächen $[a : \frac{4}{3} b : \infty c]$ und $[a : \frac{3}{2} b : \infty c]$ nebst $[a : 2b : \infty c]$ geben hinreichende Erklärung der so starken Längenstreifung. Eine ebenfalls angegebene Fläche $[a : \frac{5}{3} b : \infty c]$ hingegen möchte schwerlich vorkommen; sie würde eine solche sein, auf welche d gerad aufgesetzt wäre; eben dies kann der Grund der Annahme ihres Werthes $= [a : \frac{5}{3} b : \infty c]$ gewesen sein; aber dieser Annahme widerspricht sogar die durch alle Analogie bewährte Regel: dafs die Endigungsflächen der 2- und 1-gliedrigen Systeme eben nicht auf die bei ihnen vorkommenden Seitenflächen gerad aufgesetzt erscheinen.

Zur Begründung einer Seitenfläche $\boxed{a : \frac{5}{2} b : \infty c} = \boxed{2a : 5b : \infty c}$, wie die Haüy'sche h sein würde, bietet unsre Projectionsfigur direct auch keinen Zonenpunct dar; sondern es sind die übrigen weder in die Flächen s oder h, noch in die Linien a oder b unsrer Figur fallenden Durchschnittspuncte folgende:

$(\frac{1}{17} a' + \frac{4}{17} b) = \frac{1}{17}(a' + 4b)$, gebildet durch den Durchschnitt von d mit u, gleichen b's.

$(\frac{1}{41} a' + \frac{4}{41} b) = \frac{1}{41}(a' + 4b)$, gebildet durch den Durchschnitt von f mit i, gleichen b's. Beide Zonenpuncte also würden in einer Seitenfläche $\boxed{a : 4b : \infty c}$ sich verbinden. Ferner

$(\frac{1}{65} a' + \frac{6}{65} b) = \frac{1}{65}(a' + 6b)$, durch den Durchschnitt von i mit c, gleichen b's. Durch diesen Zonenpunct würde eine Seitenfläche $\boxed{a : 6b : \infty c}$ begründet sein und diese mit den vorigen zusammen immer stumpfere und stumpfere Zuschärfungen der stumpfen Seitenkante von s bilden, wie sie die starke Längenstreifung der Krystalle hervorbringen. Hingegen ist nichts bekannt von deutlichem Vorkommen von Zuschärfungen der scharfen Seitenkanten der Säule s, obwohl es an linienartigem Erscheinen von dergleichen, so wie an Durchschnittspuncten vieler Flächen, die sie begründen könnten, nicht fehlt. So ist

$(2a' + b)$ der Durchschnitt von n mit f entgegengesetzten b's. So wie dieser Zonenpunct die Zuschärfungsfläche der scharfen Seitenkante $\boxed{2a : b : \infty c}$, so ist merkwürdig, dafs er in der vertikalen Zone die Fläche $\boxed{2a' : c : \infty b}$ begründen würde, die 2 fach stumpfere von $\boxed{a : c : \infty b}$, während wir letztere als die 2 fach und 4 fach stumpfere von anderen Schief-Endflächen des Systemes kennen.

$(a' + \frac{2}{3} b)$ wird fixirt durch den Durchschnitt von n mit i, gleichen b's. Aus dem Zeichen dieses Zonenpunctes ergiebt sich nicht allein, dafs er eine Seitenfläche $\boxed{a : \frac{2}{3} b : \infty c}$ (wieder eine Zuschärfungsfläche der scharfen Seitenkante von s) begründen würde, sondern er deutet auch wiederum auf eine Schief-Endfläche $\boxed{a' : c : \infty b}$, das Gegenstück zu der, in deren Diagonalzone n, o und q liegen, und welches uns schon bei dem Durchschnittspuncte von d und u (entgegengesetzten b's) begegnete; ein Umstand,

der die, obwohl verborgene, doch reelle Bedeutung dieses Gegenstückes zu unserem $\boxed{a : c : \infty b}$, von welchem wir ausgiengen, zu gröfserer Evidenz erhebt.

Ein Zonenpunct $\frac{1}{3}(a + \frac{2}{3}b) = (\frac{1}{3}a + \frac{2}{9}b)$, gebildet durch den Durchschnitt von n mit u entgegengesetzten b's, würde auch auf die Seitenfläche $\boxed{a : \frac{2}{3}b : \infty c}$ leiten.

Ein Zonenpunct $\frac{1}{5}(a' + \frac{2}{3}b) = (\frac{1}{5}a' + \frac{2}{15}b)$, welcher wiederum die nemliche Seitenfläche $\boxed{a : \frac{2}{3}b : \infty c}$ begründen würde, wird gebildet durch den Durchschnitt von c mit q entgegengesetzten b's. Er wird, wie alle diejenigen, in deren Zeichen $\frac{1}{5}a'$ den einen Theil ausmacht, wohin auch $(\frac{1}{5}a' + \frac{2}{5}b)$ oben gehörte, an den Tag legen, dafs die zwei Flächen, die ihn gaben, abermals mit der Fläche $\boxed{\frac{1}{5}a' : c : \infty b} = \boxed{a' : 5c : \infty b}$ in Einer Zone liegen d. i. mit jener Schief-Endfläche, deren Wichtigkeit, schon durch den deutlichen blättrigen Bruch verbürgt, uns in ihr nebst $\boxed{a : c : \infty b}$ wohl die primärsten unter den Schief-Endflächen des Systemes hat erkennen lassen.

Ein Zonenpunct endlich — wir erschöpfen nicht, sondern wir enden hier blos — ein Zonenpunct $\frac{1}{5}(a' + \frac{1}{3}b) = (\frac{1}{5}a' + \frac{1}{24}b)$ wird durch den Durchschnitt von f mit c entgegengesetzten b's, und ein Zonenpunct $\frac{1}{11}(5a + 2b)$ $= (\frac{5}{11}a + \frac{2}{11}b)$ durch den Durchschnitt von n mit u entgegengesetzten b's bestimmt.

Aber ein Gegenstand ist uns noch übrig von allgemeinerer Erheblichkeit und Anwendbarkeit, nemlich die Übertragung solcher Flächenausdrücke, wie sie die Levy'schen beim Euklas, also im Wesentlichen die Haüy'schen Decrescenzausdrücke bei 2- und 1-gliedrigen Systemen sind, in die unsrigen.

Wenn Haüy oder Levy in solchen Fällen die abzuleitenden Flächen auf eine hendyoëdrische Grundform mit verlängerter oder verkürzter Axe c beziehen (auf eine schiefe rhombische Säule, wie sie auch genannt wird), so kommt es, wie man sieht, zuförderst auf das Verhältnifs von H (oder h) [1]

---

[1] Haüy schreibt die Buchstaben grofs, Levy klein, wodurch die Höhe der Grundform ausgedrückt wird.

zu c an, und ob beide, die eine und dieselbe Richtung ausdrücken, unter sich commensurabel sind oder nicht; im ersten Fall werden wir ein ächt-2- und 1-gliedriges, aus 3 unter einander rechtwinklichen Dimensionen ableitbares System vor uns haben, im letzteren eines, welches der Darstellung nach von einem solchen abweicht. Da nun die aus Messungen von Winkeln direct gefolgerten Resultate der Lineargröfsen ihrer Natur nach nur Annäherungen sein können, so fragt es sich überall um den Grad der Annäherung an ein möglichst einfaches Verhältnifs.

Wenn Hr. Levy an seiner primitiven Form des Euklases den stumpfen Winkel der Seitenflächen zu 114°50′, die Neigung der Endfläche gegen die Seitenfläche zu 118°46′ und das Längenverhältnifs der Endkante ([1]) zur Seitenkante $= 1:0{,}5233$ angiebt, so findet sich, die halbe kurze Diagonale des Querschnittes der Seitenflächen $= a$, die halbe grofse Diagonale $= b$ gesetzt, sein h hinlänglich nahe $= \frac{3}{2}c$, wenn $2c$ die Höhe oder die Seitenkante des ächten Hendyoëders, oder wenn c das durch das Perpendikel vom Mittelpunct der Endfläche auf die (hintere) Seitenkante abgeschnittene Stück der Seitenkante an dem scharfen Winkel ist, welchen die Endfläche mit der hinteren Seitenkante bildet. Die Neigung der Schief-Endfläche gegen die Seitenkante hat c zum Cosinus, wenn a der Sinus ist. Die Rechnung aus obigen Prämissen giebt das Verhältnifs der Endkante zu $\frac{3}{2}c = 1:0{,}5263$.

Die allgemeinen Formeln der Übertragung sind nun diese:

Eine intermediäre Decrescenz, als allgemeinster Fall, nach Haüy oder Levy geschrieben, wenn sie Statt findet an der stumpferen Ecke O,

$$\left(d\frac{1}{n}, d\frac{1}{m}, h\frac{1}{r}\right), \text{ ist } = \boxed{\frac{a}{m+n+2r\frac{c}{h}} : \frac{b}{m-n} : \frac{h}{2r}};$$

([1]) Wäre anstatt des Verhältnisses der Endkante zur Seitenkante das der Längendiagonale (schrägen Diagonale) der Endfläche gegen die Seitenkante angegeben, so würde die Rechnung vereinfacht.

wenn sie Statt findet an der scharfen Ecke A,

$$\left(b\frac{1}{n}, b\frac{1}{m}, h\frac{1}{r}\right) = \boxed{\frac{a}{m+n-2r\frac{c}{h}} : \frac{b}{m-n} : \frac{h}{2r}};$$

wenn sie Statt findet an der Lateralecke E,

$$\left(d\frac{1}{n}, b\frac{1}{m}, g\frac{1}{r}\right) = \boxed{\frac{a}{m-n+2r\frac{c}{h}} : \frac{b}{m-n} : \frac{h}{2r}}$$

Hierin liegen die einfacheren Fälle mit begriffen der geraden Decrescenzen an den Endkanten oder Ecken.

Wenn im erstern Fall $m = n$, so ist es eine gerade Decrescenz an O auf der Endfläche betrachtet; und da alsdann der Ausdruck $\overset{r}{O}$ so viel bedeutet als $\left(d^1 d^1 h^{\frac{1}{r}}\right)$, so ist

$$\overset{r}{O} = \boxed{a : \infty b : \frac{h}{r} + c}$$

Wenn im zweiten Fall $m = n$, so ist es eine gerade Decrescenz an A, auf der Endfläche betrachtet; und der Ausdruck $\underset{r}{A}$, welcher so viel bedeutet als $\left(b^1 b^1 h^{\frac{1}{r}}\right)$, wird

$$\underset{r}{A} = \boxed{a' : \infty b : \frac{h}{r} - c}$$

Wenn im dritten Fall $m = n$, so ist es eine gerade Decrescenz an der Lateralecke E; und da der Ausdruck E^r so viel bedeutet als $\left(b^1 d^1 g^{\frac{1}{r}}\right)$, so ist

$$E^r = \boxed{a : \frac{rc}{h} . b : c}$$

Wenn im ersten Fall m oder $n = r$, so wird es eine gerade Decrescenz an O auf der Seitenfläche betrachtet; und der Ausdruck O^m oder ${}^mO$, welcher so viel bedeutet als $\left(d^{\frac{1}{m}} d^1 h^1\right)$, wird

$$O^m = \boxed{\frac{a}{m+1+2\frac{c}{h}} : \frac{b}{m-1} : \frac{h}{2}} = \boxed{a : \frac{h(m+1)+2c}{h(m-1)} b : \frac{h(m+1)}{2} + c}$$

Wenn im zweiten Fall m oder $n = r$, so wird es eine gerade Decrescenz an A, auf der Seitenfläche betrachtet; und der Ausdruck A^m oder ${}^mA$, welcher so viel bedeutet als $\left(b^{\frac{1}{m}} b^1 d^1\right)$, wird

$$A^m = \boxed{\frac{a'}{m+1-2\frac{c}{h}} : \frac{b}{m-1} : \frac{h}{2}} = \boxed{a' : \frac{h(m+1)-2c}{h(m-1)}\,b : \frac{h(m+1)}{2} - c}$$

Wenn im dritten Fall $n = r$, so wird es eine gerade Decrescenz an E, auf der vorderen Seitenfläche (nach oben); wenn $m = r$, eine dergleichen auf der hinteren Seitenfläche betrachtet; daher hier die Haüy'sche Bezeichnung E^x oder ${}^xE$ ganz zweideutig wird;

$$E^m = \left(d^1 b^{\frac{1}{m}} g^1\right) = \boxed{\frac{a}{m-1+2\frac{c}{h}} : \frac{b}{m+1} : \frac{h}{2}} = \boxed{a : \frac{h(m-1)+2c}{h(m+1)}\,b : \frac{h(m-1)}{2} + c}$$

und $${}^nE = \left(d^{\frac{1}{n}} b^1 g^1\right) = \boxed{\frac{a}{1-n+2\frac{c}{h}} : \frac{b}{1+n} : \frac{h}{2}} = \boxed{a : \frac{h(1-n)+2c}{h(1+n)}\,b : \frac{h(1-n)}{2} + c}$$

Eine gerade Decrescenz an der scharfen Endkante $\underset{r}{B}$ bedeutet so viel als $\left(b^{\infty} b^1 h^{\frac{1}{r}}\right) = \left(b^{\frac{1}{0}} b^1 h^{\frac{1}{r}}\right)$, wenn man sie als eine intermediäre an der scharfen Ecke O denkt, oder sie repräsentirt den Fall, wo $n = 0$, und $m = 1$

$$\underset{r}{B} = \boxed{\frac{a'}{1-2r\frac{c}{h}} : b : \frac{h}{2r}} = \boxed{a' : \left(1 - \frac{2rc}{h}\right) b : \frac{h}{2r} - c}$$

Dieselbe Decrescenz $\underset{r}{B}$ läfst sich auch ansehen als eine intermediäre an der Lateralecke E, als gleichbedeutend mit $\left(d^1 b^{\frac{1}{0}} g^{\frac{1}{r}}\right)$, also hier als der Fall, wo $n = 1$ und $m = 0$ wird; daher wiederum nach der dritten Formel

$$\underset{r}{B} = \boxed{\frac{a}{2r\frac{c}{h} - 1} : b : \frac{h}{2r}}$$

welches mit dem vorhergehenden identisch ist, da, wenn $2r\frac{c}{h} - 1$ negativ wird, $\frac{a}{2r\frac{c}{h}-1} = \frac{a'}{1-2r\frac{c}{h}}$; denn a' ist nichts anders als $= -a$. Umgekehrt wenn $1 - 2r\frac{c}{h}$ eine negative Gröfse wird, so wird $\frac{a'}{1-2r\frac{c}{h}} = \frac{a}{2r\frac{c}{h}-1}$; überhaupt, wenn der Coefficient einer Dimension negativ wird, so gilt ihr Werth in der entgegengesetzten Richtung.

Eine gerade Decrescenz an der stumpfen Endkante, D_r, läfst sich eben so auf doppelte Art auf die ersten Formeln zurückführen; denn sie bedeutet so viel als $\left(d^1 d^{\frac{1}{0}} h^{\frac{1}{r}}\right)$; es ist also nach der ersten Formel $n = 1$, $m = o$, und

$$D_r = \boxed{\frac{a}{1 + 2r\frac{c}{h}} : b : \frac{h}{2r}}$$

eben so nach der dritten, da $D_r = \left(d^{\frac{1}{0}} b^1 h^{\frac{1}{r}}\right)$, also $n = o$, $m = 1$,

$$D_r = \boxed{\frac{a}{1 + 2r\frac{c}{h}} : b : \frac{h}{2r}} = \boxed{a : \left(\frac{2rc}{h} + 1\right) b : \frac{h}{2r} + c};$$

h und c sind verschiedene Gröfsen in derselben Richtung, oder verschiedene Einheiten in derselben, gewählt im Vergleich gegen die anderen Richtungen; daher ist $\frac{c}{h}$ immer eine reine Zahlengröfse; und der Ausdruck, allgemein genommen, würde die Irrationalzahlen eben so wie die rationalen umfassen. Ist nun beim Euklas $h = \frac{3}{2}c$, so wird z. B. die Fläche

$n = B_1 = \boxed{3a : b : \frac{3}{4}c} = \boxed{a : \frac{1}{3}b : \frac{1}{4}c}$, wie oben S. 258.

$f = B_{\frac{1}{3}} = \boxed{\frac{9}{5}a' : b : \frac{9}{4}c} = \boxed{\frac{1}{5}a' : \frac{1}{9}b : \frac{1}{4}c}$, — —

$r = D_1 = \boxed{\frac{3}{7}a : b : \frac{3}{4}c} = \boxed{\frac{1}{7}a : \frac{1}{3}b : \frac{1}{4}c}$, — —

$d = A^2 = \boxed{\frac{3}{5}a' : b : \frac{3}{4}c} = \boxed{\frac{1}{5}a' : \frac{1}{3}b : \frac{1}{4}c}$, — —

$c = A^4 = \boxed{\frac{3}{11}a' : \frac{b}{3} : \frac{3}{4}c} = \boxed{\frac{1}{11}a' : \frac{1}{9}b : \frac{1}{4}c}$, — —

$o = \left(b^1 d^{\frac{1}{3}} g^{\frac{1}{2}}\right) = \boxed{\frac{3}{2}a : \frac{b}{4} : \frac{3}{8}c} = \boxed{a : \frac{1}{6}b : \frac{1}{4}c}$, — —

$u = \left(d^1 b^{\frac{1}{3}} g^{\frac{1}{2}}\right) = \boxed{\frac{3}{14}a : \frac{b}{4} : \frac{3}{8}c} = \boxed{\frac{1}{7}a : \frac{1}{6}b : \frac{1}{4}c}$, — —

$i = \left(d^{\frac{1}{3}} b^{\frac{1}{5}} g^{\frac{1}{2}}\right) = \boxed{\frac{3}{14}a : \frac{b}{8} : \frac{3}{8}c} = \boxed{\frac{1}{7}a : \frac{1}{12}b : \frac{1}{4}c}$, — —

Wir haben zweier von Levy angegebener Flächen nicht gedacht, die er als $\left(b^3 b^{\frac{1}{2}} h^2\right)$ und als $\left(b^3 d^{\frac{1}{2}} g^1\right)$ bestimmt hat. Ersteres gäbe $\frac{3}{5}a' : \frac{3}{5}b : \frac{3}{2}c$ $= \boxed{a' : b : \frac{5}{2}c}$; letzteres gäbe $\frac{a}{-\frac{1}{3}} : \frac{3}{7}b : \frac{3}{4}c = \boxed{a' : \frac{1}{7}b : \frac{1}{4}c}$. Es ist nicht wahrscheinlich, dafs diese Bestimmungen genau sind. Wollte man sie in unsere Figur eintragen, so würde $a' : b : \frac{5}{2}c$ als $\boxed{\frac{1}{10}a' : \frac{1}{10}b : \frac{1}{4}c}$ zu nehmen

sein, damit sie das $\frac{1}{4}c$ oder den gemeinschaftlichen Werth in c so bekäme, wie wir ihn für die übrigen Flächen geschrieben hatten. Aber weder das Verhältnifs $a:b$ überhaupt kommt nach dem Gange eines 2- und 1-gliedrigen Systems, wie das des Euklases, irgend einer Analogie gemäfs, bei einer Endigungsfläche vor, noch hätten die besonderen Werthe $\frac{1}{10}a$ und $\frac{1}{10}b$ für die zu projicirende Fläche irgend eine genügende Begründung für sich. Die Fläche $\left[\overline{a' : \frac{1}{7}b : \frac{1}{4}c}\right]$ (dem Gegenstück von o, $\left[\overline{a' : \frac{1}{6}b : \frac{1}{4}c}\right]$ jedenfalls sehr nahe), hat in dem Verhältnifs $a' : \frac{1}{7}b$ wieder nicht die geringste Wahrscheinlichkeit, dafs sie genau bestimmt sei, für sich. Da nun ohnehin diese Levy'schen Angaben auch fast nur mit einigen Winkelangaben in ganzen Graden begleitet sind, so mögen sie hier, nicht weiter erörtert, auf sich beruhen.

Dasselbe mufs mit der Haüy'schen Fläche y geschehen, welche so beschrieben ist, dafs sie, wenn $f = \left[\overline{\frac{1}{5}a' : \frac{1}{9}b : c}\right]$ (s. oben S. 259), $= \left[\overline{\frac{1}{50}a' : \frac{1}{39}b : c}\right]$ sein, ihre schieflaufende Endkante also eine 10 fach schärfere Neigung gegen die Axe haben müfste, als die von f, folglich eine Neigung von nur 6° 45'; dies möchte doch nach den Abbildungen kaum gemeint sein, läfst also um so eher einen Irrthum vermuthen, und ist jedenfalls so beschaffen, dafs es scheint, als sei diese Bestimmung nur sehr hypothetisch gemacht. Auch diese Fläche also bleibe, bis ihr Werth sich näher verbürgen läfst, auf sich beruhen. Die übrigen gegenseitigen Bestimmungen der Lage der Flächen aber, wie sie Haüy giebt, halten wir in Übereinstimmung mit anderen Messungen durch die Levy'schen Bestimmungen für berichtiget.

Fassen wir nun noch einmal das wichtigste, was wir von dem Euklassystem erörtert haben, so gut es anschaulich in Worten sich ausdrücken läfst, zusammen, so ist es dies:

1. Es sind für das Euklassystem aufser den für sich ins Auge fallenden Zonen, der horizontalen nemlich, und den Diagonalzonen verschiedener Schief-Endflächen, zwei andere Zonen von besonderer Wichtigkeit, in welchen seine Seitenflächen s von einer Reihe seiner (augitartig gepaarten) Endigungsflächen geschnitten werden, in der einen von n, d und c, der andern

von *n*, *f* und *r*; wir nennen sie Kantenzonen mit Beziehung auf diejenigen Schief-Endflächen, welche die Seitenflächen *s* in den nemlichen Linien schneiden würden, also deren Endkanten, wenn sie als Schief-Endflächen vorhanden wären, der Axe einer solchen Zone parallel sein würden. Die Flächen *d* und *c* würden in der ersten die stumpfen, *n* die scharfen Endkanten abstumpfen; in der zweiten *r* die stumpfen, *n* und *f* die scharfen, doch so, dafs *n* auf der nemlichen Seite des Endes bliebe, als diese Schief-Endfläche, *f* auf der entgegengesetzten.

2. Die Schief-Endflächen, welchen diese beiden Kantenzonen angehören würden, haben unter sich und gegen die Schief-Endfläche, in deren Diagonalzone die Flächen *n*, *o* und *q* liegen, das Verhältnifs von Verdoppelung ihrer Neigung gegen die Axe, so dafs, von der letzteren als der am stumpfsten geneigten ausgegangen, die eine von jenen die 2fach schärfere Neigung gegen die Axe hat, und auf der entgegensetzten Seite des Endes liegt, die zweite abermals die 2fach schärfere der vorigen, und wieder entgegengesetzt, also auf gleicher Seite wie die erste, mit 4fach schärferer Neigung gegen die Axe von dieser. Die letztere ist die Schief-Endfläche *p* der Levy'schen primitiven Form, nicht das *P* der Haüy'schen. Hiernach scheint Levy, ohne dafs er sich darüber bestimmt ausdrückte, entweder einen (versteckt-) blättrigen Bruch ihr parallel, oder sie selbst als Krystallfläche beobachtet zu haben; letzteres gewifs nur selten und in geringer Ausdehnung. Von der stumpferen von beiden ist weder das eine, noch das andre beobachtet. Im Gegentheil also: beide diese Schief-Endflächen, deren Kantenzonen so wichtig sind, pflegen als Krystallflächen nicht vorzukommen. In ihren Diagonalzonen kennt man keine einzige Fläche; die vielen augitartigen Endigungsflächen des Euklases liegen sämtlich in anderen Diagonalzonen.

3. Diese Diagonalzonen sind:

a. Die schon genannte, in welche *n* nebst *o* und *q* gemeinschaftlich gehört. Die ihr entsprechende Schief-Endfläche ist ebenfalls weder im blättrigen Bruch noch als Krystallfläche beobachtet worden.

b. Diejenige Diagonalzone, in welche die Flächen *f* und *d* gehören. Ihrer Schief-Endfläche, wenn sie auch auch als Krystallfläche wenig oder nicht

vorgekommen ist, entspricht ein deutlicher blättriger Bruch; daher ist sie die Haüysche Schief-Endfläche. Sie liegt auf der entgegengesetzten Seite des Endes, als die vorige, und hat die 5 fach schärfere Neigung gegen die Axe.

c. Diejenige, in welche die Flächen *r*, *u* und *i* gehören; ihre Schief-Endfläche, wiederum weder als Krystallfläche, noch als blättriger Bruch beobachtet, läge auf der ersteren Seite des Endes; sie hätte die 7 fach schärfere Neigung nach gleichem Maafse.

d. Noch giebt es eine, in welcher die Fläche *c* liegt; die ihr entsprechende Schief-Endfläche läge wieder auf der entgegengesetzten Seite des Endes, auf der, wo das Haüy'sche *P* liegt, und hätte die 11 fach schärfere Neigung gegen die Axe, nach dem nemlichen Grundmaafse.

4. Sehr characteristisch für den Gang des Zonenverbandes ist unter den augitartigen Endigungsflächen eine, welche in den beiden erstgenannten Kantenzonen [1] und in der erstgenannten Diagonalzone gemeinschaftlich liegt; das ist *n*. Hieraus fliefst, wenn man will, das übrige durch einfache und sehr symmetrische Combination; welches im Einzelnen zu wiederholen, die Absicht dieser Schlufszusammenfassung nicht ist.

5. Die strenge Kenntnifs des Zonenverbandes ist von der Wahl des Ausgangspunctes in der Darstellung unabhängig; daher das, was als primitiv oder was als secundär anzusehen sei, für die rein mathematische Betrachtung beliebig erscheint. Wenn man von den beiden oft erwähnten Kantenzonen, also von den Seitenflächen *s* und den Schief-Endflächen, welche mit *s* diese Kantenzonen constituiren, d. i. von dem Levy'schen *p* und einer 2 fach stumpfer geneigten der entgegengesetzten Seite des Endes ausgeht, so wird durch sie die Schief-Endfläche, in deren Diagonalzone *n*, *o* und *q* liegen, bestimmt; umgekehrt die Levy'sche *p* wird (als die 4 fach schärfer geneigte) bestimmt, wenn man von letztgenannter Schief-Endfläche und der

---

[1] versteht sich mit gleichsinnigem *b*, d. i. gleicher Seite (rechts oder links); denn in beiden Kantenzonen mit entgegengesetztem *b* liegt die Seitenfläche *s* selbst, so wie in den je zwei gleichartigen (der einen oder der andern Art) die Schief-Endfläche, deren Kantenzonen eben die so combinirten sind.

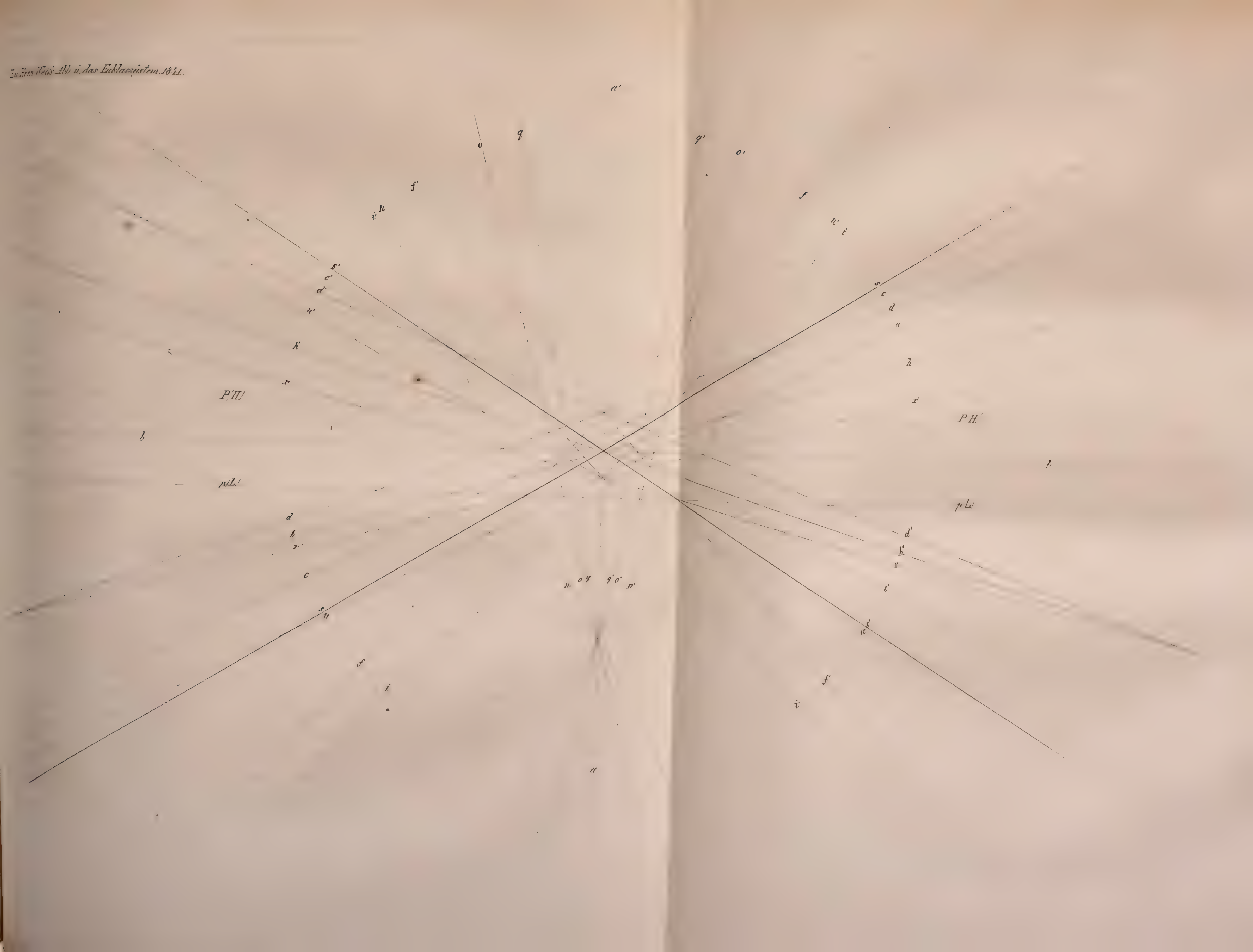
2 fach schärfer geneigten (entgegengesetzter Seite) ausgeht, u. s. f. Allein die eine wie die andre dieser Grundansichten lassen einen gewissen Mangel an Befriedigung darin zurück, dafs der deutliche blättrige Bruch, parallel dem Haüy'schen P, mit der 5 fach schärferen Neigung (die stumpfste jener drei, auf der entgegengesetzten Seite des Endes zum Grunde gelegt), dem Ausgangspunct der Betrachtung so fern stehen bleibt. Geht man hingegen von ihm, nebst der 5 fach stumpferen Schief-Endfläche entgegengesetzter Seite, und von den Seitenflächen $[a : 2b : \infty c]$ aus, dann scheint diese, (obwohl hypothetische) Auffassungsweise des Systemes wohl die naturgemäfseste. Dann erscheint auch der Combinationsgang in der Entwickelung der Euklasflächen als eine Fortsetzung von jenem allereinfachsten eines 2- und 1-gliedrigen Systems bei Feldspath, Hornblende und Augit; eine Fortsetzung, wie schon der Gang des Epidotsystemes als ein solcher angesehen werden kann. Entwickeln sich nemlich beim Feldspath in der vertikalen Zone die Flächen mit 3 fach und 5 fach schärferer Neigung evident aus den Gegenstücken mit einfacher, so treten beim Epidot eben die mit 3- und mit 5 facher, entgegengesetzten Seiten angehörig, als die herrschenderen auf; beim Euklassystem würde es nur die 5 fach schärfere, der einfach geneigten entgegengesetzter Seite gegenüber, sein. Die beiden Kantenzonen beträfen zunächst die Seitenflächen h. In der Kantenzone der schärferen und der Diagonalzone der stumpferen läge wieder die Fläche n; in der Kantenzone der stumpferen und der Diagonalzone der schärferen läge d; in der letzteren Kantenzone läge aufserdem r, in der ersteren u. Aber die Seitenflächen h würden nächstdem verdrängt durch die 2 fach schärferen der horizontalen Zone, s, deren Bestimmung zuerst durch die Zonen von n nach d', so wie von n nach r', gegeben wäre. Gegen diese Seitenflächen s richteten sich neue Kantenzonen von den vorigen Schief-Endflächen aus. In die neue Kantenzone der schärferen (Haüy's P) und die Diagonalzone der stumpferen fiele jetzt o; in die neue Kantenzone der stumpferen und zugleich in die ältere Kantenzone der schärferen fiele u; f aber in eine Diagonalzone der schärferen und in eine durch den Durchschnitt von n und r' mit s bestimmte Kantenzone einer Schief-Endfläche, welche dem Levy'schen p correspondirt.

Und so folgt mit Leichtigkeit noch das übrige. Bei einer solchen Betrachtung wird man aber nicht allein die Dienste inne, welche die graphische Darstellung der Krystallsysteme leistet, sondern man wird ihre Unentbehrlichkeit gewahr; denn keine andere Methode würde auf eine anschauliche Weise solche Betrachtungen zu verfolgen erlauben. Jene Ausbildung von zweierlei Kantenzonen aber, von den gegebenen Schief-Endflächen aus sowohl nach *h*, als nach *s*, den 2 fach schärferen von jenen —; zeigt uns Hornblende und Augit eben dies beides getrennt, so würde das Euklassystem (wohl verstanden zwei verschieden geneigte Schief-Endflächen in dem angegebenen Verhältnifs zum Grunde gelegt) — dieselbe zwiefache Entwikkelung von Kantenzonen vereinigt zeigen.

Zu Herrn Weiss A



Zu Hrn Weiss' Abh. ü. das Eiklassystem. 1841.





Über
den Bau der Farrnkräuter.

Vierte Abhandlung.

Von
Hrn. LINK.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 18. November 1841.]

In den vorigen Abhandlungen über den Bau der Farrnkräuter ist besonders und fast ausschliefslich von den Polypodiaceen gehandelt worden. Wirklich sind sie auch Farrnkräuter in der gröfsten Vollendung ihrer Eigenthümlichkeit, und die andern Ordnungen dieser Klasse von Gewächsen nur als Übergänge zu den übrigen Ordnungen und Klassen des Pflanzenreiches zu betrachten. Die Farrnkräuter, besonders die Polypodiaceen, gehören gleichsam der Urwelt an, unter deren Überresten sie sich auch noch jetzt in der gröfsten Menge finden. Die organischen Gestalten der Urwelt fallen auf durch die Übertreibungen einzelner Theile, durch ein Schwanken der Bildungen von einem Äufsersten zum andern, durch das einseitige Streben nach Entwickelung, welches die Ausbildung des Ganzen hemmt und unterdrückt. Eben so in den Farrn der jetzigen Welt. Das Blatt strebt nach dem höchsten Grade der Entwickelung und Vollkommenheit; es findet sich oft von aufserordentlicher Gröfse und Schönheit, ein *Cibotium Schiedei*, ein *Polypodium effusum*, eine *Davallia adiantoides* setzen in Verwunderung durch diese Gröfse und Schönheit der Blätter. Dagegen ist die Blume ganz verschwunden; einzelne Fruchthaufen aus kleinen Früchten zusammengesetzt, brechen aus der Rückseite der Blätter hervor, und die Körper, welche den Staubfäden gleichen, entspringen zwischen ihnen, den wirklichen, zweckmäfsig gebauten Staubfäden eben so ähnlich, wie das Auge des blinden Maulwurfs dem Auge des verwandten, sogar in der Nacht sehenden Igels, Es ist

daher allerdings die Frage, ob sie zur Befruchtung dienen, oder nur der Gestalt wegen da sind, wie die Flächen an einem Krystall.

Es ist in den vorhergehenden Abhandlungen genugsam erwiesen, dafs es drei Arten von Stämmen unter den Farrnkräutern giebt. Zuerst der wahre Stamm, der entweder unter oder über der Erde kriecht, und den man deswegen oft für die Wurzel gehalten hat. Er ist dem Monokotylenstamme ähnlich, in sofern sich die Holz- oder Gefäfsbündel nicht in einen Ring vereinigen, unterscheidet sich aber dadurch, dafs diese Holzbündel nicht an Dicke einander gleich, sondern sehr ungleich sind. Die zweite Art von Stamm ist der Knollstock, wie wir ihn auch bei manchen anderen Pflanzen, namentlich beim gewöhnlichen Sellerie (*Apium graveolens*) finden. Dann findet sich aber noch eine dritte Art des Stammes allein bei den Farrnkräutern; eine Verbindung von Stamm und Blattstielen, eine verlängerte Knospe gleichsam, die sich oft zu einer ansehnlichen Höhe erhebt und die baumartigen Farrn bildet, wie sie allein zwischen den Wendezirkeln vorkommen. Wir wollen die Form des Stammes in Augen behalten, nicht allein, weil sie auf die Hauptabtheilungen der Pflanzen, auf die Eintheilung von Monokotylen und Dikotylen einen grofsen Einflufs hat, sondern auch, weil sie die Stufen der Bildung an den Farrnkräutern am besten bezeichnet.

Ehe ich die Polypodiaceen verlasse, mufs ich einige Bemerkungen hinzufügen. An den Gleicheneaceen bemerken wir eine sonderbare Abweichung von dem gewöhnlichen Bau. Das Blatt oder vielmehr der Wedel, weil auf der Rückseite die Früchte erscheinen, hat einen fortgesetzt zweitheiligen Stiel, wie er bei den übrigen Polypodiaceen nicht vorkommt, und gar oft findet man in dem Winkel der untersten Gabel eine wahre Knospe, nämlich die zusammengezogene Fortsetzung des gegabelten Wedels. Es ist dieses eine offenbare Andeutung, dafs der Wedel kein blofses Blatt ist, woran sich niemals eine Knospe findet noch finden kann, sondern eine Verbindung von Blatt und Zweig, wie er auch in den vorigen Abhandlungen ist dargestellt worden.

Der Ring, *gyroma*, welcher das *sporangium* ganz oder zum Theil umgiebt, ist ein wesentliches Kennzeichen der Polypodiaceen. Er besteht aus abwechselnd weiten und zarten, so wie schmalen und festen Zellen, die einen Abschnitt eines hohlen Cylinders bilden und in einen Kreis gestellt sind. Die schmalen Zellen haben eine braune Farbe. Am innern Rande des Rin-

ges sind die Zellen genauer mit einander verbunden, wie am äufsern, wenn sie also in der Feuchtigkeit sich verlängern, wie alle vegetabilischen Theile, so krümmt sich der Ring, reifst die zarten Seitenwände des Sporangiums von einander und die Samen fallen aus. Diefs ist die Function des Ringes ohne Zweifel. Aber aufser der Function eines Theiles ist auch sein Formverhältnifs zu betrachten, denn wir wissen im Pflanzenreiche gar wohl fast alle Formen auf Regelmäfsigkeit, auf eine Musterform, auf einen Typus zurückzuführen, und bei jedem Theile fragen wir nach seiner Stelle in jener Musterform. Aber der Ring an den Sporangien der Farrn, der sich auch in der Kapsel der Moose wiederfindet, steht so einzeln da, dafs man ihn nicht wohl unterzubringen vermag. Vielleicht gehört er zu den Secretionsorganen, die sich im ganzen Pflanzenreiche durch ihren sonderbaren Bau von allen andern Pflanzentheilen unterscheiden; vielleicht ist er nur ein Blattnerve.

Ich wende mich nun, die *Polypodiaceae* verlassend, zu den übrigen Ordnungen der *Epiphyllospermae*, einer Abtheilung der Farrnkräuter. Die erste Ordnung, welche wir hier zu betrachten haben, ist die der *Marattiaceae*, im Wedel den Polypodiaceen ganz ähnlich, durch die Früchte aber sehr verschieden. *Angiopteris* trägt längliche Früchte am Rande der Blatt- oder Wedelabtheilungen, sie zerfallen zuletzt in 10-12 gegenüberliegende, zweiklappig aufspringende Sporangien. *Marattia* hat sie an denselben Stellen; sie sind ebenfalls von länglicher Gestalt, aber die 10-12 auch seitwärts verwachsenen Sporangien werden von einer festen Umhüllung, von einem *sporicarpium* eingeschlossen, welches der Länge nach in zwei Klappen aufspringt. Beim ersten Blick erscheinen die Früchte von *Angiopteris* und *Marattia* sehr ähnlich. An *Danaea* aber liegen die Sporangien zu beiden Seiten an dem ganzen Nerven hinunter, sie sind seitwärts verwachsen und von einer festen Umhüllung umgeben, die sich bei jedem Sporangium durch ein Loch öffnet, so dafs zwei Reihen von gegen einander überstehenden Löchern entstehen. Die Stellung der Sporangien an den Polypodiaceen ist hier wiederholt, die Haufen (*sori*) stehen am Ende der Blattnerven oder zu beiden Seiten längs derselben, nur die Umhüllung ist fest und dicht geworden, entweder um die einzelnen Sporangien, oder um die ganzen Haufen, und durch die letztere Gestaltung ist eine Annäherung an die Früchte der mehr ausgebildeten Gewächse, an die Früchte der Phanerogamen entstanden.

Die Ordnung der *Marattiaceae* steht den Polypodiaceen sehr nahe. Indem wir uns aber von ihr entfernen und zu den übrigen Ordnungen der *Epiphyllospermae* übergehen, finden wir eine Menge einzelner Gattungen, ausgezeichnet durch besondere Kennzeichen und so abweichend von einander, dafs man mit Mühe das Allgemeine aufsuchen mufs, um sie in Ordnungen zusammenzustellen. So ist es überhaupt in der Natur. Zwischen den gröfsern an Arten und Gattungen reichen, durch viele Kennzeichen scharf bestimmten Ordnungen sind einzelne abweichende Gattungen zerstreut, welche gleichsam durch schwache Fäden die gröfsern Ordnungen verbinden. Unter diesen treffen wir zuerst auf die *Anemiaceae*. Sie unterscheiden sich durch die Frucht, deren Scheitel mit einem schmalen Ringe (*gyroma*) umgeben ist. Der Gipfel der Frucht besteht aus einer kleinen Rose, so zu sagen, von eckigen Zellen, und erst unter dieser finden wir den Ring, der fast gebauet ist, wie der Ring der Polypodiaceen, nur umgiebt er das Sporangium nahe unter dem Scheitel, auch sind die Zellen viel länger, und die wechselnden braunen Zellen so schmal, dafs man sie für Querwände halten könnte. Übrigens springen die Früchte in zwei Klappen auf, von einer festern Consistenz als die Früchte der Polypodiaceen. Die Gattung *Anemia*, wovon die Ordnung den Namen erhalten hat, besteht aus nicht gar vielen Arten, die aber alle einander sehr ähnlich sind. Ein Blatt, gefiedert oder doppelt, kommt aus der Erde und umschliefst mit seinem Stiel in der Regel zwei ästige Fruchtstiele, seltener einen, an denen die Früchte haufenweise sitzen. Durchschneidet man den Blattstiel unter den Fruchtstielen, so findet man ein bogenförmiges Holzbündel und darin an jedem Ende ein bis zwei kleinere fast runde Holzbündel; in dem Blattstiel hingegen so wie in den Fruchtstielen befindet sich nur ein bogenförmiges Holzbündel, ohne jene Nebenbündel. Dieser innere Bau hat also die gröfste Ähnlichkeit mit dem Bau der Polypodiaceen, der Blattstiel ist der allgemeine Wedelstiel und die Fruchtstiele sind die einzelnen Theile, gleichsam die Federstücke des Wedels. Wir müssen nnnehmen, dafs die Früchte die Blättersubstanz zum Verschwinden gebracht oder absorbirt haben, wie dieses in den Osnundaceen deutlich Statt findet. Die Gattung *Anemia* gehört also ohne Zweifel zu den *Filices epiphyllospermae*. Das Holzbündel im Blattstiel ist mit einer dicken leicht zu trennenden Rinde umgeben, so dafs ein Stamm in dem andern zu stecken scheint. Ich habe den innern Bau einer *Anemia* und zwar von

Anemia densa in den *Icon. anat. bot. sel.* f. 3 t. 4 darstellen lassen, doch nur eine kurze Erklärung dazu gegeben, welche hier vollständiger mit Auseinandersetzung der Gründe erfolgt.

Die Gattung *Lygodium*, welche man wegen der Gestalt der Frucht zu dieser Ordnung rechnen kann, hat eine sonderbare ganz eigenthümliche Gestaltung, wie sie in der ganzen Reihe der Farrnkräuter nicht wieder vorkommt. Ein Blattstiel kommt aus der Erde hervor, der sich zwar immer fiederförmig theilt, aber im Ganzen sehr mannigfaltig gestaltet ist, da wo er Blätter oder vielmehr Blättchen trägt, biegt er sich hin und her, und an den Spitzen, wo die Blättchen noch ganz klein sind, wird er wahrhaft rankend (*scandens*), indem er sich auch um andre Körper schlingt. Die untern Blättchen haben gewöhnlich eine andere, meistens schmalere und längere Gestalt, als die oberen, worauf sich die Früchte befinden. An den verlängerten Zähnen und Spitzen derselben entwickeln sich die Fruchtähren. Diese verlängerten Spitzen sind am Rande tief, bis auf den Blattnerven gekerbt, die Kerbstücke gegen die hintere Seite zurückgeschlagen und auf dieser Seite hinter den Kerbstücken sitzen die stiellosen, zweiklappigen Sporangien, mit einem obern Ringe versehen, wie an den vorigen Gattungen. Aus dieser Stellung der Sporangien auf den Blättern geht hervor, dafs auch diese Gattung zu den *Epiphyllospermae* gehört.

Damit kommt auch der innere Bau überein. In der Mitte des Blattstiels findet sich ein Holzbündel und zwar in denen, welche ich untersucht habe, ein dreikantiges an den Seiten ausgeschnittenes Holzbündel. Die Lykopodiaceen haben ebenfalls in der Mitte ein Holzbündel, aber dieses ist im Querschnitt rund oder eiförmig, niemals an den Seiten ausgeschnitten und dadurch eckig. Dagegen finden sich in den Wedelstielen mancher Polypodiaceen, z. B. verschiedener Adianten, der Gattung *Scolopendium* u. a. m. ähnliche Holzbündel in der Mitte des Wedelstiels, welche eigentlich aus drei gebogenen und mit dem Rücken einander genäherten Holzbündeln bestehn. So läfst sich der Bau von *Lygodium* auf den Bau der Polypodiaceen leicht zurückführen.

Noch eine Sonderbarkeit findet an *Lygodium* Statt. Die Nebenstiele der Hauptwedelstiele stehen gegen einander über, sind an der Basis mit einander verwachsen und dort dem Hauptstiele aufgewachsen. Wo die beiden Nebenstiele von einander abgehen, befindet sich eine Knospe, welche aber

nicht zur Entwickelung zu kommen scheint. Das Ganze hat grofse Ähnlichkeit mit dem sprossenden Wedel und der Knospe der *Gleicheniaceae*, wovon oben geredet wurde. Auch ist der Ring an *Gleichenia polypodioides* fast eben so gestellt als an *Lygodium*.

Schizaea gehört hierher, vermöge der Frucht, die einen Ring hat wie an *Lygodium*. Auch die Ährchen sind denen an *Lygodium* sehr ähnlich. Ich möchte die Gattung als ein *Lygodium* schildern, woran alle Blattsubstanz geschwunden ist, und nur die Stiele und Mittelnerven geblieben sind.

Die Gattung *Mohria* steht den Polypodiaceen in aller Rücksicht so nahe, dafs es keiner weiteren Erläuterung bedarf.

Die Ordnung der *Osmundaceae* haben die meisten Systematiker mit den *Anemiaceae* verbunden, und sie mit dem Namen der erstern bezeichnet. Aber die Trennung dieser Ordnungen ist der Vereinigung vorzuziehn, denn natürlich sind diese Ordnungen doch nicht, vielmehr gehören sie zu den natürlichen Ordnungen vom zweiten Range, wo verschiedene Formen durch ein Kennzeichen verbunden werden, wie die *Leguminosae* unter den Phanerogamen. Da nun aber die Charaktere der Ordnungen in der Frucht bestehen, und den Früchten der *Osmundaceae* der Ring fehlt, so ist es zweckmäfsiger, beide Ordnungen, die *Anemiaceae* und *Osmundaceae* zu trennen. Man hat wohl die Rose von eckigen Zellen der Osmundaceen für eine Andeutung von einem Ringe gehalten, aber dieses ist ganz falsch, denn die *Anemiaceae* haben Rose und den Ring zugleich. Man nennt die Rose auch ein *tuberculum* und das ist nicht ganz unrichtig, denn die Zellen treten vor den dünnen Seitenwänden hervor.

Die *Osmundaceae* stehen den Polypodiaceen nahe und haben einen nicht unähnlichen innern Bau. Ein Wedelstiel kommt aus der Erde verschieden gebildet hervor, inwendig mit einem grofsen bogenförmigen, fast ringförmigen, doch keinesweges geschlossenen Holzbündel. Ähnliche Formen finden wir auch in den Polypodiaceen, z. B. in *Dicksonia adiantoides*, doch sind die beiden Schenkel des Bogens an dem letzten auswärts gekrümmt. wie ich schon in der Schrift: *Filicum species in Hort. R. bot. Berol. cultae Berol.* 1841. p. 162 gesagt habe, doch scheint dieses keinen Hauptunterschied zu begründen. Die Früchte sitzen offenbar auf den Blättern; man sieht an vielen Arten, besonders an unserer *Osmunda regalis* oft Blättchen, deren

vordere Hälfte mit Früchten besetzt und daher ganz zusammengezogen, die hintere aber frei ist.

Über den Bau der *Ophioglosseae* habe ich schon in der eben erwähnten Schrift etwas in der Kürze gesagt. Die Gattung *Ophioglossum* hat einen sonderbaren Bau, den ich besonders an *Ophioglossum pedunculosum* untersucht habe. Die Pflanze treibt eine Menge langer dünner Wurzeln, die ich *stolones* genannt habe, weil aus ihnen sehr viele Stämme oder Wedel hervortreiben, und zwar immer zwei dicht neben einander, ein sehr ungewöhnliches Verhalten. Da ein Holzbündel sich in ihnen befindet, obgleich nicht immer gerade in der Mitte, sondern etwas excentrisch, so habe ich diese *stolones* mit dem Stamme der *Lycopodiaceen* verglichen, wo ein ähnliches Verhalten bemerkt wird. — Aber wenn auf der einen Seite diese Vergleichung auch nicht unrichtig ist, so liegt auf der andern eine Vergleichung näher, nämlich die mit wahren Wurzeln. Es giebt nämlich wahre Wurzeln mit einem Holzbündel in der Mitte, (nicht *stolones*, denn diese haben den Bau des Stammes), welche sich weit verbreiten, und gar viele Stämme treiben, wie *Senecio sarracenicus, Aristolochia Clemattitis* u. a. m. Ich halte also diese vormals *stolones* genannten Theile jetzt für wahre Wurzeln. Was nun den Stamm von *Ophioglossum* betrifft, so scheint er zwar ein Wedel, eine Zusammensetzung von Blatt und Blütenzweig, aber der innere Bau stimmt damit nicht überein. Er ist in der Mitte hohl, mit drei auswärts gekehrten Buchten, und zwischen diesen Buchten befinden sich drei Holzbündel, ganz wie im Stamm von *Equisetum,* nur dafs dieser acht Buchten und acht Holzbündel hat. Ein Übergang folglich zu einer andern Abtheilung der Farrnkräuter, die sonst sehr verschieden ist. Die Früchte sitzen in zwei Reihen, und sind mit einander verwachsen, springen auch zweiklappig auf. Man könnte sehr zweifeln ob *Ophioglossum* zur Abtheilung *Epiphyllospermae* gehören, denn unser *Ophioglossum vulgatum* zeigt dieses nicht; und mir ist eine monstrose Erweiterung des Fruchtstiels oder der Fruchtspindel ganz unbekannt. Doch *Ophioglossum palmatum* zeigt, durch die blattartige Ausdehnung des Stammes, dafs man diese Gattung zu den *Epiphyllospermae* zählen dürfe.

Dafs *Botrychium* dazu gehöre ist kein Zweifel. Man findet zuweilen Monstrositäten, wo die Fruchtstiele blattartig ausgedehnt sind, so dafs die Früchte wirklich auf einem Blatte sitzen. Der innere Bau weicht aber sehr ab, und macht die Stellung dieses Farrns zweifelhaft, der Stamm hat an der

Basis über der Wurzel zwar in der Mitte eine Höhlung, aber diese ist keinesweges regelmäſsig, wie an *Equisetum* und *Ophioglossum.* Nur zwei bogenförmig aber nach innen gekrümmte Holzbündel stehen zu beiden Seiten, und umgeben zum Theil die Höhlung. Nach oben zu haben sich diese Holzbündel in vier kleine aber ähnliche getheilt. Der Bau würde mit dem Baue des Wedelstiels der *Polypodiaceen* ganz übereinkommen, wenn die Holzbündel auswärts gekrümmt wären, wie dieses bei den *Polypodiaceen* fast immer der Fall ist. Nur nach innen gekrümmte Holzbündel in der Ordnung der *Polypodiaceen* sind mir nicht bekannt, wohl aber nach auſsen und innen zugleich gekrümmte, wie an *Aspidium patens* und andern. Es wäre daher wohl zweckmäſsig aus den *Botrychiaceae* eine besondere Ordnung zu machen, welche zwischen den *Ophioglosseae* und den *Osmundaceae* zu stehen kämen. Die Früchte, ungeachtet sie auch keine Spur von Ring und von jenem ausgezeichneten Zellenkranz der *Osmundaceae* haben, zeichnen sich doch sehr von den Früchten der *Ophioglosseae* aus, in denen sie frei stehen und nicht verwachsen sind, auch überhaupt an Stellung und Gestalt den Früchten von *Osmunda* so gleichen, daſs man es nicht sehr tadeln darf, wenn Linné und viele seiner Nachfolger die Gattung *Botrychium* mit *Osmunda* vereinigten. *Botrychium Lunaria* und so auch andere haben eine Knospe an der Basis des Stammes oder Wedelstiels, die von diesem unten scheidenartig umschlossen wird. Schneidet man den untern Theil oder den Stiel dieser Knospe durch, so findet man eine andere Knospe eingeschlossen, die erst im dritten Jahre hervorbricht, wie Kaulfuss zuerst bemerkt hat. Auf diese Weise findet man allerdings keine Knospen an andern *Epiphyllospermae,* aber Knospen am Wedelstiele sind schon oben von *Gleichenia* sowohl als *Lygodium* angeführt worden. Ein bequemes Kennzeichen der *Botrychiaceae* würden also die getrennten Kapseln ohne Ring und Zellenkranz, so wie der *Ophiglosseae,* die verwachsene Kapsel ohne Ring und Zellenkranz sein.

Verbreitung und Einflufs des mikroskopischen Lebens in Süd- und Nord-Amerika.

Von
H^rn. EHRENBERG.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 25. März und 10. Juni 1841
mit spätern Zusätzen.]

I. Einleitung.

Die Beschäftigung mit den mikroskopischen Organismen, obwohl sie schon oft der Gegenstand meiner Vorträge gewesen ist, hat dessen ungeachtet wieder so viel Material von einigem allgemeineren Interesse gegeben, dafs ich es wage, von Neuem die Aufmerksamkeit der Akademie dafür in Anspruch zu nehmen.

Die mikroskopischen Wesen gehören nicht mehr allein in das Bereich der systematischen Zoologie und haben nicht allein das, an sich auch grofse, Interesse, deren übersichtliche Schemata vervollständigen und ausschmücken zu helfen, so dafs man etwa eine Beschäftigung mit diesem Gegenstande der mit einer Fauna irgend einer willkührlich erwählten Gegend vergleichen könnte, was sich wieder mit den mancherlei nützlichen Problemen der Mathematik vergleichen läfst, die oft eine mehr oder weniger schwierige und interessante geistvolle Lösung, ohne gerade eine Anwendung, gestatten.

Mit den unsichtbar kleinen Lebensformen verhält es sich anders. Das mikroskopische Leben hat sich in der neuern Zeit immer mehr von entschiedener Anwendung und von entschiedenem Einflufs auf wichtige Fundamental-Begriffe vom Leben überhaupt und von dem Einflusse des Lebens auf die uns zunächst umgebende und auf uns überall influenzirende todte Natur erkennen lassen. Ja die ganze Beschäftigung mit demselben ist sogar von dem Gesichtspunkte des Organischen, von der Physiologie ausgegangen und später erst ha-

ben sich die Beziehungen zum Unorganischen und zum Erdfesten daran angereiht. Noch ist der Gegenstand in dieser Ansicht von kurzem Alter. Noch giebt es viele Urtheile welche den kleinen Bau des wissenschaftlichen Strebens in seinem Werthe nicht erkennen, nicht gelten lassen und ihn höhnend dem Gesichtskreise und Beschäftigungskreise ernsterer Wissenschaft entziehen möchten. Wie jemand wohl so viele Mühe und so viel Lebenskraft an einen der scharfen Beurtheilung so unzugänglichen und so fern liegenden Gegenstand verwenden könne, ist zuweilen gesagt, öfter gedacht worden und der sicherste Beweis, wie tief diese Ansicht Wurzel gefafst hat, liegt darin, dafs jetzt, nach zehn Jahren der allmäligen fortschreitenden Entwickelung, eine Akademie der Wissenschaften einen Preis auf die Bestätigung gesetzt hat, und nur erst ein mit ganzer Wärme denselben Gegenstand auffassender Beobachter hinzugetreten ist.

Die Kraft welche dem Hirten Magnes oder Magnetes, wie Plinius erzählt, seine eisernen Schuhzwecken am Steine festhielt, war wohl lange Zeit ebenso ein Spiel der Kinder und Frauen, wie die des Electrums. Die syrischen Frauen machten sich von Bernstein Drehrädchen oder Wirtelchen (*verticillos* wie es Plinius nennt) an ihre Spindeln und freuten sich wenn beim Reiben die Franzen des Kleides, oder Strohhälmchen, angezogen wurden, weshalb sie denn den Bernstein *Harpaga,* Räuber, nannten. Mancher Ehrenmann mag damals diese Kräfte der todten Steine spielend im Ernste gar oft versucht haben und die geistvollsten Denker, Thales und Plato, haben sich, den Begriff des Lebens suchend, wirklich mit solchen Spielen beschäftigt, ja sie würden sich noch vielmehr damit beschäftigt haben, hätten sie die Entwickelung zu ahnen vermocht, welche diese Gegenstände in späterer Zeit erlangt haben. Beide verschmähten, ihrer speculativen Richtung halber, und zum tiefen, wer weifs wie spät zu überwindenden, Schaden alles menschlichen Wissens, die speciellere Untersuchung, daher blieb ihnen die wahre Natur dieser Sonderbarkeit, so hoch sie sie auch stellten, doch ganz und gar verborgen. Daher fehlt uns jetzt jenes historische Fundament aus ihrer Zeit, daher müssen wir erst die Basis für die künftigen Geschlechter bilden, welche jene für uns schon hätten sein können. Jetzt giebt es für beide Spielereien, den Magnetismus und die Electricität, eigne ordentliche Professuren der Physik an allen Universitäten der civilisirten Welt, und wenn ein tüchtiger mittheilender Physiker Tag für Tag nur Bernstein, oder wie man jetzt thut, Glas

riebe, und die Gesetze dieses Wirkens glücklich beobachtete, oder Magnet und Eisen in ihrer Wechselwirkung zum Gegenstande neuer Forschungen und Aufschlüsse machte, so wäre er ganz in dem Kreise der ihm naturgemäfs, amtlich und politisch angewiesenen Stellung. Nur die unfruchtbare Thätigkeit und Geschäftigkeit, selbst mit an sich anerkannt einflufsreichen und ernsten Dingen, kann zum Vorwurf werden.

So möge denn die Fortsetzung der frühern Vorträge die wissenschaftliche Bemühung und den Ernst bekunden, welcher im ersten lag und besonders darauf hinleiten, dafs die Gegenstände des mikroskopischen Lebens keineswegs einer scharfen, ja der schärfsten Beurtheilung unzugänglich sind, vielmehr immer anschaulicher werden lassen und völlig aufser Zweifel stellen, dafs die Beurtheilung der mikroskopischen Verhältnisse, so viel Unhaltbares die neueste Zeit auch liefern möge, den schärfsten Ansprüchen der Kritik eben so Genüge zu leisten vermag, wie es überhaupt in der die sinnlich erreichbaren Wahrnehmungen als den nothwendigen Prüfstein alles auf die Natur bezüglichen Denkens, ja als die reichste Quelle der Erkenntnifs wahrer und fester Naturgesetze ansehenden Naturforschung, manchen Sophismen gegenüber, der Fall sein kann.

Von der Methode, mit welcher mir immer vollständiger gelungen ist, einen völlig wissenschaftlich festen Grund für diese Forschungen zu erhalten, wird später die Rede sein.

In einem vor wenig Tagen gehaltenem Vortrage in der physikalischen Klasse der Akademie konnte ich einen neuen unerwarteten Einflufs des kleinsten selbstständigen Lebens auf die Verschlämmungen der Flüsse und Häfen mittheilen, dessen Feststellung mich im letzten Jahre angelegentlich beschäftigt hatte. Ich berühre diese Verhältnisse hier nur, aus denen sich eine kräftige Theilnahme jenes Naturlebens an der Bildung von Flufs-Deltas, ja selbst des berühmten Nil-Deltas, directen Untersuchungen nach, unläugbar ergiebt. Ja die Beobachtung hat so sehr alle Grenzen der sichtlichen Einwirkung schon überflogen, dafs es immer anschaulicher geworden ist, wie offenbar die organischen kleinen Formen welche eine Kieselschale besitzen, eben so wie die mit Kalkschale, allmälig den physikalischen Kräften verfallen, erst rauh, zuletzt ganz aufgelöfst werden oder in einen ganz oder halb krystallinischen (krystalloidischen) Zustand übergehen und wie mithin das organische Element

auch in solchen sandigen Wasser-Absätzen, welche keine organischen Formen mehr erkennen lassen, nun verständigerweise oft eben so schwierig abzuläugnen sein wird, als es oft festzustellen sein mag.

II. Übersicht des Materials.

Bei diesen mancherlei Beziehungen des kleinsten Lebens zur grofsen Natur fühlte ich mich denn besonders veranlafst die für Europa so mannigfach schon ermittelten Thatsachen in einer gewissen gröfsern Ausdehnung mit den Verhältnissen anderer Welttheile zu vergleichen. Schon zu verschiedenen Zeiten habe ich seit einigen Jahren dergleichen vereinzelte Beobachtungen, wie sie mir der günstige Augenblick, welcher meist nicht Zufall war, darbot, hier vorgetragen. Die mikroskopische Analyse des Kieselguhrs von Isle de France und von Luçon enthüllten solche Verhältnisse für die Ländermasse von Afrika und Asien, wozu sich der Polirschiefer von Oran und die ägyptischen Kreidelager gesellten, so dafs für Afrika ein sehr reiches Bild solcher Erscheinungen schon vorliegt. Auch für Amerika gewann ich von meinem Freunde, Herrn von Martius, den efsbaren Letten des Amazonas-Stromes als noch sichtbar von organischen Elementen beherrschte Masse. Durch meinen Bruder, Herrn Carl Ehrenberg, hatte ich Gelegenheit aus den Umgebungen von Mexico dort jetzt lebende Formen der Flüsse zu erhalten, indem sie in den Conferven zahlreich eingenistet zu sein pflegen, die man leicht getrocknet versenden kann, wie ich denn schon 1828 die auf dem Sinai Gebirge mit Conferven gesammelten, in Tor an der Küste aber erst und sogar noch lebend beobachteten und gezeichneten Formen Arabiens beschrieb. Auf solche Weise erhielt ich auch 1838, eben beim Abschlufs des gröfsern Infusorien-Werkes 14 mexikanische Infusorien zur Ansicht, die nur noch am Schlusse der Vorrede und Übersicht der Klasse der *Polygastrica* pag. **** namentlich angeführt werden konnten. Später kamen durch Herrn Robert Brown in London und durch Herrn von Humboldt Proben eines Kieselguhrs aus Infusorien von New-York an mich. Über diese habe ich 1839 der Akademie ausführlich berichtet. Es waren darin 14 Species, unter denen nur 4 aufsereuropäische waren. Über denselben nordamerikanischen Kieselguhr hatte auch sein Entdecker, Herr Prof. Bailey in West-Point, welcher durch etwas von mir dorthin gesandten Kieselguhr von Franzensbad zum Nachsuchen in jener

Gegend veranlafst gewesen zu sein erklärt, schon 1838 inSillimann's American Journal Vol. XXXIV. p. 118 detaillirte Nachricht gegeben. Er hatte 10 Arten erkannt und in Umrissen gezeichnet. Derselbe hatte auch 5 lebende Arten daselbst beobachtet, die er ebenfalls abgebildet hat:

Diatoma flocculosum = *Tabellaria vulgaris*
— *tenue* = *Grammatophora oceanica*
— *crystallinum* = *Synedra Ulna*
Fragilaria pectinalis = *Fragilaria rhabdosoma*
Meridion vernale.

Im vorigen Jahre hat sich mein Reichthum an Material aus jenen Gegenden sehr ansehnlich vermehrt.

Die amerikanischen Professoren Sillimann Vater und Sohn in New-Haven, Bailey Professor an der Militär-Schule in West-Point und Hitchcock in Massachusetts, der Verfasser der geologischen Übersicht dieses Staates, haben mir eine ganze Kiste voll verschiedener organischer Ablagerungen aus Nord-Amerika mit dem Ersuchen übersendet, diese sämmtlich dort aufgefundenen Massen im Detail zu bestimmen und mit den europäischen zu vergleichen. Es sind nicht weniger als 13 Nummern ebensoviel verschiedener Lokalitäten, nämlich von

Ort	Staat
West-Point	New-York
Stratford	Connecticut
Andower	Connecticut
New-Haven	Connecticut
Smithfield	Rhodes Island
Providence	Rhodes Island
Bridgwater	Massachusetts
Andower	
Spencer	
Pelham	
Boston	
Blue Hill Pond 1	Maine
Blue Hill Pond 2	

Das Kieselguhr-Lager bei West-Point ist in einer Niederung 8 Zoll mächtig und ziemlich ausgedehnt. Es war der erste Fundort in den Vereinigten Staaten.

Das Lager von Andower in Massachusetts ist 15 Fuſs mächtig.

Das Lager von Smithfield in Rhodes Island ist sehr ausgedehnt (very abundant).

Von den übrigen Lagern wird nur im allgemeinen gesagt, daſs sie unter Torfbildungen vorkommen, zuweilen als Torf selbst benutzt werden und Feuerungsmaterial bilden.

Als besonders ausgedehnt wird noch ein Lager bei Worcester in Massachusetts erwähnt, dessen mit No. 4 bezeichnete Probe aber in dem Kistchen nicht aufzufinden war.

Auſser diesen Materialien aus den Vereinigten Staaten brachte mir gleichzeitig im vorigen Jahre (1840) die Rückkehr meines Bruders aus Mexico eine reiche Menge dortiger Formen, welche die Gewässer jetzt bevölkern. Sie waren von 7 verschiedenen Lokalitäten:

Real del Monte,
San Pedro y san Pablo,
San Miquel bei Regla,
Atotonilco el Grande,
Puente de Dios,
Moctezuma-Fluſs und von
Vera-Cruz.

Diese Lokalitäten haben das besondere Interesse, daſs sie zum Theil in sehr hohen, in ihrer Erhebung von Herrn v. Humboldt gemessenen, Gegenden liegen, zum Theil aber an der Küste selbst sind.

Auſserdem erhielt ich schon 1838 von dem sehr thätigen und wissenschaftlichen Herrn Dr. Montagne in Paris eine kleine Probe von mit Infusorien besetzten Algen aus Callao in Peru, über deren 2 neue Formen, welche von ihm 1837 (1) unter den Algen verzeichnet worden waren, ich schon früher (2) der Akademie berichtet habe. An demselben kleinen Fragmente habe ich später noch viele eigenthümliche Arten von See-Infusorien jenes Oceans erkannt.

Herrn Dr. Montagne verdanke ich auch eine kleine Probe einer mit Infusorien der Gattung *Biddulphia* besetzten Alge von Cuba. Er hat die

---

(1) *Annales des sciences naturelles.*

(2) Berichte der Akademie 1840. p. 161.

Form *Biddulphia australis* genannt, sie scheint aber doch von *Bidd. pulchella* die ich auch von Vera-Cruz und Peru kenne, sich nicht zu unterscheiden.

Endlich verdanke ich der gütigen Mittheilung und Anregung Herrn Alexander von Humboldts die Untersuchung der durch Ihn berühmten *Moya* der Schlamm-Vulkane von Quito, in welcher sich ebenfalls, obwohl etwas undeutlich, einzelne meist etwas veränderte Kieselschalen von Infusorien zwischen vielen sehr deutlichen Pflanzenresten erkennen lassen.

Somit hatte ich denn 1841 zuerst eine Übersicht von 24 Lokalitäten in Süd- und Nord-Amerika gewonnen, welche schon eine so reichliche Formen-Menge der dortigen mikroskopischen Organismen, in ihrer Eigenthümlichkeit und in ihrem Einflusse auf den Boden, der Beobachtung entgegenführten, dafs sich eine Vergleichung der europäischen mit vieler Gründlichkeit und Ausdehnung anstellen liefs.

Hierzu sind nun schon bis Juni 1841 noch andere reiche Materialien gekommen, die ich mit einigem spätern sogleich hier einzuschalten für zweckmäfsig halte.

Neue Combinationen und Beobachtungsmethoden, die ich bei anderer Gelegenheit ausführlicher anzeigen werde, haben mir erlaubt aus sehr kleinen Erdtheilchen, welche den Pflanzen der Herbarien anhängen, grofse Reihen von mikroskopischen Organismen kennen zu lernen. So habe ich, unterstützt durch das reiche Herbarium und die Gefälligkeit des Hrn. Prof. Kunth von den Falklands-Inseln, aus Brasilien, von Cayenne, von Surinam, Peru, Venezuela, Guadeloupe und von Neufundland zahlreiche Formen zur Anschauung erhalten.

Von Island, Spitzbergen und Labrador sind mir durch den verdienten Reisenden in Island, jetzigen Bibliothekar Dr. Thienemann in Dresden, auf meine Bitte Materialien dieser Art zugekommen, und aus dem Königlichen Herbario hat der wissenschaftliche Botaniker Herr Philippi mich mit einigen sichern Erdtheilchen aus Chile, Cuba und Kotzebues-Sund versehen.

Aus meines Bruders, Herrn Carl Ehrenberg's, früheren Sendungen habe ich noch die von St. Domingo revidirt und darin Ausbeute gefunden.

Endlich erhielt ich noch im Jahre 1842 eine Sendung lebender Infusorien direct von Herrn Professor Bailey aus Westpoint in New-York. Von demselben erhielt ich gleichzeitig eine Probe des von Herrn Rogers entdeckten Lagers fossiler Infusorien von Richmond in Virginien, und auch eine Probe

des ganz besonders merkwürdigen und reichen Polythalamien-Kalksteins der Kreideformation, welcher Gebirgsmassen und den Boden des centralen Nord-Amerikas in grofser Ausdehnung bildet.

So ist dieses Material zu einer unerwartet grofsen Ausdehnung und geographischen Vollständigkeit gelangt, die denn auf einmal erlaubt, das europäische unsichtbar kleine Leben mit dem aufsereuropäischen aller Zonen beider Hemisphären zu vergleichen. Ja mit Hülfe der angewandten Beobachtungsmethoden ist es möglich geworden, dafs die Formen der Falklands-Inseln und des Kotzebue-Sundes zu gleicher Zeit in Berlin selbst von demselben Beobachter und unter demselben Instrumente mit den in Deutschland vorkommenden Formen nebeneinander gehalten werden konnten.

III. Aufzählung der amerikanischen Formen nach den Beobachtungspunkten.

1. Maluinen- oder Falklands-Inseln.

(51–53° S. B. 57–62° W. L. v. Gr.)

Aus einem Theilchen einer Seeconferve, welche Herr Lesson in Paris von seiner Weltumsegelung mit Capitain Duperrey auf dem Schiffe Coquille 1824 von den Falklands-Inseln mitgebracht hat und die sich seit nun 17 Jahren im Herbario des Herrn Professor Kunth befindet, habe ich folgende Formen mikroskopischer Organismen der Südspitze Amerika's zur Anschauung erhalten:

A. Kieselschalige polygastrische Infusorien.

1 *Achnanthes pachypus*
2 *Actinoptychus senarius*
3* *Amphora navicularis*
4* *Arthrodesmus Taenia*
5 *Cocconeïs Placentula*
6 — *Scutellum*
7 *Cocconema Lunula*
8 *Eunotia Faba*
9 — *amphioxys*
10 — *biceps*
11 *Fragilaria constricta*
12 — *rhabdosoma*
13* — *Trachea*
14* — *Ventriculus*
15 *Gomphonema clavatum*
16 — *minutissimum*
17 *Grammatophora oceanica*
18 — *stricta*
19* *Navicula Lyra*
20 — *amphioxys*

21	*Pinnularia Entomon*	24	*Stauroptera aspera*
22*	— *peregrina*	25*	*Surirella? australis.*
23	— *viridis*		

B. Kieselerdige Theile von Seepflanzen.

26	*Spongolithis acicularis*	29	*Spongolithis Clavus*
27	— *aspera*	30	— *Fustis.*
28	— *capitata*		

Unter der ganzen Zahl dieser Formen waren nur 7 Arten, welche nicht schon anderwärts vorgekommen. Sämmtliche Formen gehören zu 15 schon bekannten Generibus. Mehrere dieser Arten und 1 Genus sind bisher nur aus dem Meere bekannt, daher kann man mit grofser Wahrscheinlichkeit schliefsen, dafs die ganze Reihe dem Meere entnommen ist. Letztere Arten gehören zu denen, welche die Kreidemergel des südlichen Europa's bilden helfen. Die neuen Arten sind mit einfachen Sternchen bezeichnet. Die sämmtlichen Formen gehören der Jetztwelt an, das heifst sie sind lebend dort eingesammelt worden. Ich erkenne dies aus den bei vielen Individuen mehrerer Arten eingetrockneten und beim Aufweichen noch in ihrer natürlichen Farbe sichtbaren grünlichen Eierstöcken, wie es auf Tafel I. dargestellt ist.

2. Chile.

(35° S. B. 70° W. L. v. Greenw.)

An den Wurzeln einer unbestimmten von Bridges stammenden Pflanze aus Chile, welche im Königlichen Herbario vorhanden ist, hatte Herr Philippi etwas Erde gefunden, die er mir zur Untersuchung überbrachte. Es liefsen sich darin allmälig 36 verschiedene organische Körperchen unterscheiden, von denen 30 kieselschalige Infusorien, 5 aber kieselerdige Pflanzentheile sind.

Folgendes Namen-Verzeichnifs giebt diese Formen speciell an:

A. Kieselschalige Infusorien.

1	*Achnanthes pachypus*	8	*Navicula amphioxys*
2	*Cocconeïs Placentula*	9*	— *limbata*
3	*Cocconema cymbiforme*	10	— *Semen*
4	— *Lunula*	11*	*Pinnularia chilensis*
5	*Gomphonema clavatum*	12	— *Cyprinus*
6	— *gracile*	13*	— *Esox*
7	— *rotundatum*	14	— *gibba*

15	*Stauroneïs amphilepta*	23*	*Stauroptera Legumen*
16*	— *constricta*	24	*Surirella Craticula β chilensis*
17*	— *dilatata*	25	*Synedra acuta*
18*	— *Folium*	26	— *Entomon*
19	— *gracilis*	27	— *spectabilis*
20	— *linearis*	28	— *Ulna*
21	*Stauroptera cardinalis*	29	*Tabellaria laevis*
22*	— *gibba*	30	— *sculpta*

B. Weichhäutige Infusorien.

31 *Arcella hyalina.*

C. Kieselerdige Pflanzentheile.

32	*Lithodontium furcatum*	35	*Lithostylidium quadratum*
33	*Lithostylidium dentatum*	36	— *Serra.*
34	— *fusiforme*		

Sämmtliche Formen sind offenbar jetzt dort lebende Süſswassergebilde, da keine entschiedene Seeform unter ihnen ist. Auch die 8 durch Sternchen bezeichneten Infusorien-Arten gehören bekannten Generibus des Süſswassers an. Die 14 Genera selbst kommen auch in Europa vor. Bei vielen Arten sind die grünlichen Eierstöcke beim Aufweichen deutlich sichtbar und zum sichern Kennzeichen geworden, daſs es nicht fossile Formen einer früheren Erdbildung sind.

3. Peru, Callao in Lima.

(12° S. B. 77° W. L. v. Greenw.)

Zuerst hatte Herr Dr. Montagne im Jahre 1837 in den *Annales des sciences naturelles* Volum VIII. p. 348. unter den Namen *Trochiscia moniliformis* und *Achnanthes brachypus* zwei peruanische Infusorien-Arten unter den von Herrn Alcide d'Orbigny von dort mitgebrachten Algen beschrieben. Die erstere fand er an der von ihm *Polysiphonia dendroidea* genannten See-Alge, welche aber du Petit Thouars gesammelt, zahlreich angeheftet und die zweite (*Achnanthes*) an der *Conferva allantoides* salziger Lachen bei Callao, die d'Orbigny mitgebracht hat. Im Jahre 1838 theilte mir Herr Dr. Montagne bei meiner Anwesenheit in Paris kleine Theilchen jeder dieser mit den See-Infusorien besetzten Algen mit und nannte dabei in der Aufschrift die

ehemals von ihm genannte *Trochiscia moniliformis: Meloseira hormoides* und die *Achnanthes* nicht *brachypus*, sondern *pachypus*.

Bei weiterer Untersuchung der mir mitgetheilten Materialien fanden sich auf der *Polysiphonia* von Callao noch *Cocconeis oceanica* und *Grammatophora oceanica*. Diese 4 peruanischen Formen wurden von mir 1839 in der Abhandlung «über die jetzt lebenden Thierarten der Kreidebildung» mit beschrieben. Die *Meloseira hormoides* wurde als eigenthümliches Genus *Podosira* aufgeführt und durch einen Schreibfehler *Podos. nummuloides*, anstatt *Podos. moniliformis* genannt, wie es richtiger gewesen wäre. Die *Achnanthes* wurde mit dem Autor *pachypus* genannt, weil es schon eine ältere Art mit Namen *brevipes* giebt. In der 1840 in den Monats-Berichten der Akademie gegebenen Kurzen Nachricht über 274 neue Infusorien-Arten sind diese Namen mit aufgeführt und berichtigt worden.

Später habe ich zwischen den Fäden derselben *Conferva allantoides* noch *Actinoptychus senarius, Amphora navicularis?, Coscinodiscus minor, Navicula Sigma, Synedra acuta, Pinnularia chilensis?, Pinn. sinuosa?, Pinn. viridis, Rotalia peruviana* und *Spongia acicularis* aufgefunden.

Bedeutend reichhaltiger wurde jedoch das Verzeichnifs peruanischer kleinster Meeres-Organismen durch etwas Erdstaub von Seepflanzen (*Fucis*) jener Küstengegend, den mir Herr Philippi aus dem Königlichen Herbarium mittheilte.

Aber auch die Süfswasserformen sind in einigen Arten von mir glücklich aufgesucht worden. Im Kunth'schen Herbario fanden sich Theilchen von Sumpferde an einer Pflanze Dombey's vom Jahre 1777, in denen 6 besondere Formen entdeckt wurden.

1 *Eunotia ocellata? (= E. Zebra)*	4 *Navicula gracilis*
2 *Fragilaria Navicula*	5 *Pinnularia viridis*
3 — *striata*	6 *Spongilla lacustris.*

Von 4 dieser Formen ist schon im Juni 1841 Nachricht gegeben worden.

Das Verzeichnifs sämmtlicher peruanischer Formen die bisher bekannt wurden ist folgendes:

A. Kieselschalige polygastrische Infusorien:

1 *Achnanthes brevipes*	4 *Actinoptychus senarius*
2 — *pachypus*	5* — *nonarius*
3* — *rhomboides*	6 *Amphora lineolata?*

7 *Biddulphia pulchella*
8* *Cocconeis oceanica*
9* — *fasciata*
10* — *Scutellum*
11* *Coscinodiscus flavicans*
12 — *lineatus*
13 — *minor*
14* — *radiolatus*
15* — *subtilis*
16 *Eunotia amphioxys*
17 — *ocellata?*
18* *Fragilaria Navicula?*
19 — *striata*
20 *Gallionella moniliformis?*
21 *Grammatophora oceanica*
22* — *angulosa*
23* *Mesocena heptagona*
24* — *octogona*
25 *Navicula lineolata*
26* — *paradoxa*
27 — *Sigma*
28 *Pinnularia chilensis?*
29 — *sinuosa?*
30 — *viridis*
31* *Podosira moniliformis*
32 *Stauroptera aspera*
33* *Surirella peruviana*
34 *Synedra acuta*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

35 *Spongilla lacustris*
36 *Spongolithis acicularis*
37 *Spongolithis Fustis.*

C. Kalkschalige Polythalamien.

37 *Rotalia peruviana.*

Von diesen 34 Formen kieselschaliger Infusorien sind 15 dem Lande eigenthümlich, die übrigen 21 sind theils europäisch, theils anderwärts verbreitet. Von den 17 Generibus ist nur 1 (*Podosira*) eigenthümlich, alle übrigen kommen in Europa vor. Das Genus *Podosira* ist aber in derselben Species auch neuerlich von mir aus Island beobachtet. *S. Island.*

Die meisten dieser Formen sind mit ihren Eierstöcken aufgefunden, mithin wohl keine fossil.

4. Brasilien.

(Rio Janeiro 23° S. B. 43° W. L. v. Greenw. Coari 3° S. B. 62° W. L. v. Gr.)

Die erste aus Brasilien bekannt gewordene Form ist *Paramecium oceanicum* von Chamisso, welches 1825 von ihm an der brasilischen Küste im Meere beobachtet und 1820 in den *Actis Natur. Curios.* X. p. 372 beschrieben wurde. In dem gröſsern Infusorienwerke habe ich es 1838 zu *Astasia* gezogen. Eine andere Form ist die *Frustulia conspurcans,* welche Agardh 1831 in seinem *Conspectus criticus Diatomacearum* aus v. Martius Manuskripten

beschrieb. Diese Form habe ich nicht vergleichen können. Ich habe sie 1838 in dem Infusorienwerke pag. 176 und 232 fraglich zu *Navicula gracilis* gezogen.

Die ersten mir direct vergleichbar gewordenen Formen erhielt ich aus dem eſsbaren Letten des Amazonas, welchen Herr v. Martius mitgebracht und mir freundlichst mitgetheilt hat. Im Juli 1839 konnte ich der Akademie die ersten 5 fossilen kieselerdigen mikroskopischen Organismen aus Süd-Amerika nennen, welche ich beobachtet und zur ferneren Vergleichung aufbewahrt hatte. Es schienen mir damals 3 Infusorien und 2 Spongien- oder Spongillen-Nadeln zu sein. Ich vermuthete aber schon ausdrücklich, daſs auch die Gattung *Amphidiscus* leicht Theile von Spongien oder Tethyen des Meeres sein könnte, und daſs nur *Himantidium Arcus* eine sichere polythalamische Thierform sei, die sogar in Europa auch gemein ist. Eine weitere Untersuchung derselben sehr kleinen Probe des Letten von Coari hat allmälig 11 verschiedene mikroskopische Organismen als Bestandtheile desselben kennen gelehrt, nämlich

A. Kieselschalige polygastrische Infusorien.

1	*Eunotia bidens*	3	*Gallionella granulata?*
2	— *turgida*	4	*Himantidium Arcus.*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

5	*Amphidiscus Martii*	9	*Spongolithis rudis*
6	— *Rotula*	10	*Spongilla lacustris*
7	*Spongolithis aspera*	11	*Thylacium semiorbiculare.*
8	— *inflexa*		

Dieser eſsbare Infusorien-Letten des Amazonas-Stromes bildet, den Nachrichten des verdienstvollen Reisenden zufolge, ein über die weite Ebene erhabenes und bewaldetes geognostisches Lager, welches mithin keineswegs dem jetzigen Einflusse des Amazonas sein Entstehen verdankt. Es ist keine Sumpf-Ablagerung, kein Product der Überschwemmungen, sondern eine ältere Erdbildung, obwohl über das Alter selbst ein sicheres Urtheil bis jetzt nicht gefällt werden kann. Als plastische Thon- und Lehm-Bildung scheint es aber wohl füglich, unsern europäischen Verhältnissen analog, wenn es nicht älter ist, doch zur frühern Quaternär- oder auch zur Tertiär-Bildung der Erde gerechnet werden zu müssen.

Übrigens sind alle, auch die nachträglich von mir in dem Letten beobachteten organischen Infusorien-Formen zwar Süſswasser-Organismen, allein einige der zuletzt darin erkannten, vermuthlichen Spongien-Nadeln lassen sich auf keine bekannte Spongilla beziehen, und so mag es denn richtiger sein, dieses Letten-Lager am erhabenen Amazonas-Ufer für eine brakische Süſswasserbildung einer dort schon vormenschlichen Erd-Epoche anzusehen.

Endlich ist zu bemerken, daſs keine der 11 Formen eine characteristisch eigenthümliche Art ist, obschon das Fragment der *Gallionella* nicht ganz sicher entscheiden läſst, ob nicht diese Form als eigenthümlich anzusehen sei.

Hierzu kommen nun noch einige brasilianische Formen, die sich in Erdtheilchen haben entdecken lassen, welche mir Herr Professor Kunth aus seinem Herbario mittheilte. Sie befanden sich an Sellow'schen Gräsern. Die 12 schon im Juni 1841 in dem Monatsberichte verzeichneten Formen haben sich seitdem verdoppelt.

An den Wurzeln von *Eriocaulon modestum* aus der *Praya sernambatyba* (Rio Janeiro) waren

1 *Desmidium hexaceros*
2 *Eunotia depressa*
3 — *Elephas*
4 *Himantidium Arcus*
5 *Navicula amphioxys*
6 *Pinnularia dicephala*
7 — *nobilis*
8 — *viridis*
9 *Stauroptera microstauron*
10 *Synedra Ulna*
11 *Lithasteriscus tuberculosus*
12 *Lithodontium truncatum*
13 *Lithostylidium quadratum*
14 — *rude*
15 *Amphidiscus clavatus*
16 *Spongilla lacustris.*

Von San Antonio da monte waren, an einer andern *Graminee* hängend:

1 *Gallionella distans*
2 *Himantidium Arcus*
3 *Pinnularia viridis*
4 *Surirella oblonga*
5 *Synedra Ulna*
6 *Arcella ecornis*
7 *Arcella americana*
8 *Difflugia areolata*
9 *Lithodontium Bursa*
10 *Lithostylidium articulatum*
11 — *macrodon*
12 — *Serra*

Die sämmtlichen Formen Brasiliens, welche bisher bekannt wurden, betragen 36 verschiedene Species, nämlich:

A. Kieselschalige Infusorien:

1 *Eunotia bidens*
2 — *depressa*
3 — *Elephas*
4 — *turgida*
5 *Gallionella distans?*
6 — *granulata?*
7 *Himantidium Arcus*
8 *Navicula amphioxys*
9 *Navicula gracilis?*
10 *Pinnularia dicephala*
11 — *nobilis*
12 — *viridis*
13 *Stauroptera microstauron*
14 *Surirella oblonga?*
15 *Synedra Ulna.*

B. Weichschalige Infusorien.

16 *Desmidium hexaceros*
17 *Arcella ecornis*
18 *Arcella americana*
19 *Difflugia areolata.*

C. Nackte Infusorien.

20 *Astasia oceanica.*

D. Kieselerdige Pflanzentheile.

21 *Amphidiscus clavatus*
22 — *Martii*
23 — *Rotula*
24 *Lithasteriscus tuberculosus*
25 *Lithodontium truncatum*
26 — *Bursa*
27 *Lithostylidium articulatum*
28 — *macrodon*
29 *Lithostylidium quadratum*
30 — *rude*
31 — *Serra*
32 *Spongilla lacustris*
33 — *Erinaceus* = *Sp. aspera*
34 — *inflexa*
35 — *obtusa*
36 *Thylacium semiorbiculare.*

Von diesen 36 Formen sind 15 kieselschalige, 4 weichschalige und 1 nacktes Magenthierchen, kein eigenthümliches Genus und nur 4 eigenthümliche Arten, welche durch Sternchen bezeichnet sind. Aufserdem sind dabei einige eigenthümliche Phytolithe oder Kieseltheile aus Pflanzen.

Mikroskopische entschiedene Seethiere sind aus Brasilien nicht bekannt, aufser jener *Astasia*, welche v. Chamisso und Eyssenhardt als Thier *Paramecium oceanicum*, Eschscholtz aber später als beweglichen Pflanzen-Samen *Arthonema* nannten. Die letztere Meinung des Reisegefährten von Chamisso gründet sich auf die damals viel verbreitete, aber nicht begründete Ansicht, dafs gewisse Pflanzen thierische Samen brächten.

5. Cayenne.

(5° N. B. 52° W. L. v. Greenw.)

Aus dem französischen Guiana sind durch Herrn Kunst-Gärtner Schomburgk Pflanzen an Herrn Kunth gelangt, und an einer Form aus der Familie der Commelineen, sowie an einer *Abolboda,* hatte sich etwas Erde erhalten, die mir zur Untersuchung übergeben wurde. Es fanden sich darin folgende mikroskopische Organismen:

A. Kieselschalige Magenthierchen.

1 *Cocconema Fusidium*
2 — *leptoceros*
3 *Eunotia amphioxys*
4 — *Camelus*
5 — *declivis*
6 — *dizyga*
7 — *Pileus*
8 — *quaternaria*
9 — *quinaria*
10 — *Sella*
11 — *tridentula*
12 — *zygodon*
13 *Gallionella distans*
14 — *crenulata*
15* *Gomphonema apiculatum*
16 — *gracile*
17 — *lanceolatum*
18* — *Vibrio*
19 *Himantidium Arcus*
20 — *guianense*
21 — *gracile*
22 *Himantidium Papilio*
23 *Navicula amphioxys*
24 — *gracilis*
25 — *nodosa*
26* *Pinnularia amphigomphus*
27 — *dicephala*
28 — *gibba*
29 — *inaequalis*
30 — *macilenta*
31 — *nobilis*
32* — *Pisciculus*
33 — *Tabellaria*
34 — *viridis*
35* *Stauroneïs anceps*
36* — *Fenestra*
37 — *gracilis*
38 — *lineolata*
39 — *phyllodes*
40 *Stauroptera cardinalis*
41 *Surirella microcora.*

B. Weichschalige Infusorien.

42 *Difflugia areolata*
43 — *laevigata*
44 *Difflugia striolata*

C. Kieselerdige Pflanzentheile.

45 *Amphidiscus Rotnla*
46 *Lithodontium furcatum*
47 *Lithodontium nasutum*
48 — *rostratum*

49	*Lithodontium truncatum*	56	*Lithostylidium quadratum*
50	*Lithostylidium amphiodon*	57	— *Serra*
51	— *Catena*	58	*Spongilla lacustris*
52	— *Clepsammidium*	59	— *Erinaceus*
53	— *crucigerum*	60	*Spongolithis foraminosa*
54	— *dentatum*	61	— *obtusa*
55	— *polyedrum*	62	— *Fustis.*

Diese Formen von Cayenne sind reich an eigenthümlichen Arten, dennoch finden sich keine unter ihnen, die ein besonderes Genus bilden müfsten. Unter den 44 Infusorien-Arten sind 17 eigenthümliche aufsereuropäische und nicht schon in den frühern Lokalitäten dieses Vortrages vorgekommene. Besonders reich an eigenthümlichen Arten sind die *Genera Eunotia* und *Himantidium.* Unter den Eunotien sind viele gezahnte sägeförmige Arten, die aber verschieden sind von jenen früher von mir als für Nord-Europa und Nord-Amerika characteristisch angezeigten und es wäre sogar möglich, dafs diese Südamerikanischen Eunotien, im wohl erhaltenen lebenden Zustande, Bänder bildeten, mithin dann aber zur Gattung *Himantidium* zu zählen wären.

Sämmtliche Formen von Cayenne scheinen dem Süfswasser anzugehören, nur einige Formen der Spongien-Nadeln lassen auf brakisches Wasser schliefsen, könnten aber auch Spongillen bisher unbekannter Art angehören.

6. Surinam.

(6° N. B. 55° W. L. v. Greenw.)

In den anhängenden Erdtheilchen einer Land-Pflanze des holländischen Guiana, welche in Hrn. Kunth's Herbario befindlich ist und die vom Besitzer mir freundlich übergeben wurden, haben sich folgende 41 mikroskopische Organismen entdecken lassen:

A. Kieselschalige Infusorien.

1	*Cocconema Fusidium*	9*	*Navicula ambigua*
2	*Eunotia amphioxys*	10*	— *Carassias*
3	*Fragilaria acuta*	11*	— *dubia*
4	— *diophthalma*	12*	— *undosa*
5	— *rhabdosoma*	13	*Pinnularia dicephala*
6	*Gomphonema rotundatum*	14	— *inaequalis*
7	*Himantidium Arcus*	15	— *macilenta*
8	*Navicula affinis*	16	— *nobilis*

17*	*Stauroneïs birostris*	19	*Synedra scalaris*
18*	— *Monogramma*	20	— *Ulna.*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

21	*Amphidiscus clavatus*	32	*Lithostylidium Serra*
22	— *Martii*	33	*Spongolithis acicularis*
23	*Lithasteriscus osculatus*	34	— *Acus*
24	— *radiatus*	35	— *anceps*
25	— *tuberculosus*	36	— *apiculata*
26	*Lithodontium furcatum*	37	— *cenocephala*
27	— *nasutum*	38	— *Fustis*
28	*Lithostylidium amphiodon*	39	— *fistulosa*
29	— *geniculatum*	40	— *inflexa*
30	— *ovatum*	41	— *obtusa.*
31	— *quadratum*		

Von den 20 polygastrischen Infusorien sind 6 eigenthümliche Arten, aber kein eigenthümliches Genus. Ebenso lassen sich die Pflanzentheile unter schon bestehende Gruppen leicht vertheilen, ja die meisten sind sehr verbreitete Formen, die also wohl ähnlich in verschiedenen Pflanzenformen gebildet werden.

Den vielen Spongien-Formen nach, die schwerlich alle von Süſswasser-Spongillen stammen können, wären diese surinamischen Körperchen aus einer brakischen Gegend. Ja die 3 Arten von *Lithasteriscus* können als Tethyen-Fragmente nur dem Seewasser angehört haben.

7. Englisches Guiana am Pirara-Flusse.

(3° 30′ N. B. 60° W. L. v. Greenw.)

Herr Prof. Kunth hat mir auch aus dem englischen Guiana einige Erdtheilchen gegeben, die mit einer Pflanze aus den Savannen des Pirara von Hrn. Rich. Schomburgk 1842 eingesandt worden sind. Auch diese kleine Erdmenge hat sich reich an mikroskopischen Formen gezeigt, unter denen wieder einige eigenthümliche Arten sind.

Die 19 beobachteten Formen sind:

A. Kieselschalige Infusorien.

1	*Eunotia zygodon*	3*	*Fragilaria? glabra*
2*	— *Formica*	4	*Gallionella distans?*

5	*Himantidium Arcus*	8	*Navicula fulva*
6	*Navicula amphisphenia*	9	— *lineolata*
7	— *affinis*	10	*Pinnularia viridis.*

B. Weichschalige Infusorien.

11	*Arcella ecornis*	12	*Difflugia areolata.*

C. Kieselerdige Pflanzentheile.

13	*Lithasteriscus tuberculatus*	17	*Lithostylidium quadratum*
14	*Lithodontium nasutum*	18	— *Serra*
15	— *rostratum*	19	*Spongolithis cenocephala.*
16	*Lithostylidium Clepsammidium*		

Unter den 12 Infusorien sind 2 eigenthümliche Arten, kein eigenes Genus und alle Formen können reine Süfswasserbildungen sein, wie denn auch mehrere Arten (*Navicula amphisphenia, fulva* und *lineolata*) noch ihre grünen Ovarien eingetrocknet erhalten zeigten.

7. Quito in Columbien.

(0° 14′ S. B. 78° 48′ W. L. v. Greenw.)

In der von Herrn Alexander v. Humboldt mitgebrachten Moya, dem ganze Ortschaften verschlingenden Auswurfe der Schlamm-Vulkane von Quito, deren auffallender Gehalt an Kohle, da er später als Torf zur Feuerung benutzt wurde, schon an Ort und Stelle die Aufmerksamkeit des hochverdienten Reisenden erregt hatte, haben sich durch die mikroskopische Untersuchung 10 verschiedene organische Körper und Fragmente nebst Labrador-Krystallen als Beimischung des Erdigen erkennen lassen. Ja es hat sich auf das Deutlichste herausgestellt, dafs ein sehr ansehnlicher, ganz wesentlicher Theil der Moya verkohlte Pflanzenfragmente sind, unter denen sich auch einzelne Infusorienformen finden. Herr v. Humboldt hat diesen Charakter der Moya im November 1839 (vgl. die Berichte der Akademie 1839 p. 252) speciell auseinandergesetzt.

Die verschiedenen organischen Formen lassen sich folgendermafsen mit Namen festhalten:

A. Kieselschalige Infusorien.

1	*Trachelomonas —?*	3	*Navicula —?*
2	*Fragilaria rhabdosoma*		

B. Weichschalige Infusorien.

4 *Peridinium —?*

C. Kieselerdige Pflanzentheile.

5*	*Lithodermatium macrostomum*	9	*Lithostylidium polypterum*
6	*Lithostylidium bicorne*	10	— *rude*
7	— *dentatum*	11	— *Serra*
8	— *crenulatum*	12	*Thylacium semiorbiculare.*

D. Weichhäutige Pflanzentheile.

13. Verschiedene Formen monocotylischer und dycotilischer Pflanzenzellen.

Die verzeichneten 4 Infusorien-Formen sind nur in sehr wenig und meist nicht schön erhaltenen Exemplaren beobachtet, dagegen sind die Pflanzentheile in ihren Umrissen und Characteren völlig scharf und schön erhalten. Es scheinen besonders Gräser (Gramineen) die Hauptmasse der Kohle zu bilden, was sich durch die langen Spaltöffnungen der wellenförmig gezahnten kieselerdigen Epidermis oft erkennen läfst. Ich habe alle sich auszeichnenden, leicht wiederzuerkennenden geformten Kiesel-Körperchen auch hier mit Special-Namen belegt und dadurch hier, wie überall, die Möglichkeit gewonnen, namentliche Vergleichungen mit ähnlichen Verhältnissen anderer, zum Theil sehr entfernter Lokalitäten zu machen. Dafs mehrere dieser Körperchen der Moya in ganz Süd- und Nord-Amerika und bei Berlin völlig gleichartig vorkommen, ist an sich interessant, und der allgemeine Schlufs, welcher sich aus diesen scharf gesonderten Einzelnheiten ziehen läfst, gleichviel ob es selbstständige Organismen, oder nur constant geformte Fragmente sind, dafs nämlich die Schlamm-Auswürfe in Quito ein aus verbrannten Vegetabilien und Wasser gemischter Erdbrei der Oberfläche ist, welcher, nachdem er in's Innere eingeschlürft gewesen, wieder herausgetrieben wird, dürfte von noch entschiedenerem Interesse sein.

Eigenthümlich ist von allen Formen nur *Lithodermatium macrostomum*, welches die Epidermis einer Graminee mit ihren Spaltöffnungen ist. Übrigens sind keine Seewasser-Formen dabei.

8. Caraccas in Venezuela.

(10° N. B. 67° W. L. v. Greenw.)

Ebenfalls in Herrn Kunth's Herbarium fand sich an den Wurzeln der *Heteranthera alismoides* von Caraccas ein wenig Erde, und die Untersuchung derselben ergab 8 verschiedene Organismen.

A. Kieselschalige Infusorien.

1 *Navicula dubia*
2 — *affinis*
3 *Pinnularia viridis*
4 *Synedra spectabilis.*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

5 *Lithostylidium amphiodon*
6 — *quadratum*
7 *Lithodontium Bursa*
8 *Spongilla lacustris.*

Es ist unter diesen 8 Formen keine eigenthümliche und keine Seewasserform.

Die kleinen Antillen.

9. Martinique.

(14° 40′ N. B. 61° W. L. v. Greenw.)

An den Wurzeln eines *Scirpus maculosus* Vahl von der *Montagne pelée* aus Hrn. Kunth's Herbario fanden sich in einer sehr kleinen Spur von Erde:

A. Kieselschalige Infusorien.

1 *Navicula lineolata*
2 *Pinnularia dicephala*
3 *Himantidium —?*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

4 *Lithostylidium amphiodon*
5 — *Serra*
6 *Thylacium semiorbiculare.*

Unter diesen 6 organischen mikroskopischen Formen ist keine fossile Seewasserbildung und keine eigenthümliche Art.

Nur in einem Exemplare der *Navicula lineolata* war das grüne Ovarium deutlich erhalten. Die Montagne pelée erhebt sich zu 4400 Fufs.

10. Guadeloupe.

(16° 20′ N. B. 61° 40′ W. L. v. Greenw.)

In den Wurzeln einer Cyperoidee von Guadeloupe im Kunth'schen Herbarium befanden sich Erdtheilchen, aus deren Untersuchung 9 verschiedene mikroskopische Organismen und organische Fragmente erkennbar geworden.

A. Kieselschalige Infusorien.

1 *Eunotia monodon*
2 *Navicula affinis*
3 *Pinnularia macilenta*
4 — *viridis*
5 *Stauroneïs phoenicenteron*
6 *Surirella Craticula*
7 *Synedra spectabilis.*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

8	*Lithostylidium amphiodon*	9	*Lithostylidium polyedrum.*

Nur die *Surirella Craticula* ist durch ihre Gröſse so ausgezeichnet, daſs sie eine eigene Art sein könnte. Leider fand sich aber nur ein halbes Exemplar, dem ich vorzog, den schon vorhandenen Namen zu lassen, zumal sich auch bei Berlin sehr groſse Exemplare neuerlich vorgefunden haben.

Pinnularia viridis und die *Stauroneïs* sind mit wohl erhaltenen Ovarien beobachtet und es finden sich unter sämmtlichen Formen keine entschieden dem Seewasser angehörige.

Die Gesammtzahl der von den kleinen Antillen bekannten mikroskopischen Organismen beträgt 14, darunter sind 10 kieselschalige Infusorien des Süſswassers.

Die groſsen Antillen.

11. St. Domingo oder Haiti.

(18° 30′ N. B. 72° 20′ W. L. v. Greenw.)

Herr Carl Ehrenberg hat in den Jahren 1830 bis 33 aus Port au Prince viele Naturkörper nach Berlin gesendet. An Sertularien jener Sendungen lieſsen sich noch eine gewisse Anzahl von mikroskopischen Seethieren dieser Insel beobachten.

Die Gesammtzahl der bisher bestimmten Formen beträgt 13 Arten.

A. Kieselschalige Infusorien.

1	*Coscinodiscus flavicans*	7	*Navicula curvula*
2	— *minor*	8	— *Sigma*
3	*Dictyocha Fibula var. β.*	9	*Pinnularia didyma*
4*	— *trifenestrata*	10	— *macilenta*
5	*Eunotia diodon*	11	— *peregrina*
6	*Navicula affinis*	12	*Surirella fastuosa.*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

13 *Spongolithis Clavus.*

Von diesen 12 Infusorien-Arten ist nur eine dem dortigen Meere eigenthümlich, die übrigen finden sich theils in der Ostsee und Nordsee auch, theils kommen sie in Süd-Amerika vor. Alle gehören bekannten Generibus an. Vielleicht bildet die *Dictyocha Fibula* noch eine eigenthümliche Art, da sie von der bei uns im Meere lebenden sich durch Zartheit auffallend unterscheidet.

12. Cuba.

(22-23° N. B. 80° W. L. v. Gr.)

Die erste mikroskopische Form von Cuba beschrieb Hr. Dr. Montagne, wie er mir schriftlich mittheilte, in *Ramond de la Sagra Histoire civ. polit. et naturelle de l'isle de Cuba* 1838 ([1]) als *Biddulphia australis.* Eine See-Alge, *Chondria thyrsoides,* war mit ihr dicht besetzt. Im Jahre 1838 erhielt ich bei meiner Anwesenheit in Paris von Hrn. Dr. Montagne mit jener Notiz eine Probe dieser Form. Bei Untersuchung derselben entdeckte ich auf demselben Algen-Fragmente allmälig noch 31 andere jetzt dort lebende kieselschalige Infusorien, worunter 1, vielleicht 2, neue Genera sind. Die *Biddulphia* kann ich aber nicht für von der verschieden erkennen, welche im peruanischen Ocean, in der Nordsee, im Eismeere und im Mittelmeere auch lebt und bisher als *Biddulphia pulchella* verzeichnet worden ist, wohin ich sie denn auch schon 1839 in der Abhandlung über die jetzt lebenden Kreidethiere gezogen habe. ([2])

Die sämmtlichen an der einen Seepflanze der Meeresküste von Cuba beobachteten Formen sind folgende 45 Arten:

A. Kieselschalige Infusorien.

1	*Achnanthes pachypus*	13*	*Denticella Biddulphia*
2	*Actinocyclus Jupiter*	14*	*Eunotia Argus*
3*	*Amphipentas? alternans*	15	— *cingulata*
4*	*Amphiprora constricta*	16	*Gomphonema clavatum*
5	*Biddulphia pulchella*	17	*Grammatophora angulosa*
6*	*Climacosphenia moniligera*	18*	— *gibba*
7*	*Cocconeïs decussata*	19	— *oceanica*
8	— *oceanica*	20	*Navicula amphioxys*
9	— *Scutellum*	21*	— *duplicata*
10	— *striata*	22	— *lineolata*
11	*Coscinodiscus minor*	23	— *Sigma*
12	— *radiolatus*	24	*Pinnularia peregrina*

([1]) Da diefs Werk auf der Königl. Bibliothek zufällig incomplet ist, so habe ich nicht Gelegenheit gehabt, es selbst zu vergleichen.

([2]) Herr Dr. Meneghini scheint die *B. australis* 1840 in der Linnea p. 206 als eigene Art anzuerkennen, ohne jedoch Charaktere anzugeben.

25*	*Pinnularia Termes*	29	*Surirella fastuosa*
26	— *viridis*	30	*Synedra Gallionii*
27*	*Stauroneïs polygramma*	31*	— *laevis*
28	*Stauroptera aspera*	32	— *Ulna.*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

33	*Lithasteriscus reniformis*	36	*Spongolithis Fustis*
34	*Spongolithis acicularis*	37	— *Triceras.*
35	— *Acus*		

C. Kalkschalige Polythalamien.

38*	*Rotalia Antillarum*	43	*Rotalia perforata*
39*	— *Cochlea*	44*	*Textilaria semipunctata*
40*	— *depressa*	45*	*Triloculina Antillarum*
41*	— *egena*	46*	— *turgida.*
42*	— *glaucopis*		

Von diesen 32 thierischen, mikroskopischen kleinen Körpern, welche im Meere bei Cuba leben, sind 18 bisher nirgends weiter lebend beobachtet worden, nämlich 10 Infusorien und 8 Polythalamien. Eine Form der Infusorien ist so ausgezeichnet, daſs sie die Aufstellung eines besondern Genus fordert. Es ist *Climacosphenia moniligera,* eine *Echinella* mit innern Querwänden und Abtheilungen, die im Auszuge von dieser Abhandlung, im Monatsberichte vom März 1841 pag. 144 als *Echinella moniligera* aufgeführt worden war. Eine zweite ausgezeichnete Form ist die *Amphipentas* genannte. Wegen Mangels der Beobachtung einer Seiten-Ansicht ist es bis jetzt nicht möglich, die Form gründlich zu characterisiren.

13. Mexico.

(19-21° N. B. 99-100° W. L. v. Gr.)

Die mikroskopischen Organismen von Mexico sind durch meines Bruders, Herrn Carl Ehrenberg's, Bemühungen sehr zahlreich bekannt geworden. Schon im Jahre 1838 sandte derselbe auf meinen Wunsch Conferven zu diesem Studium aus Real del monte an mich, bei denen er sich selbst durch Betrachtung mit einem Chevalier'schen Mikroskop von Anwesenheit solcher Formen überzeugt hatte. Die 14 ersten mit ihren systematischen Namen benannten Formen publicirte ich in dem gröſsern Infusorien-Werke hinter der Einleitung pag. ****. Das Werk selbst war schon fertig gedruckt und jenes

Resultat konnte daher nicht mehr in der systematischen Reihe eingeschaltet werden. Es waren folgende Arten:

1	*Cocconeïs concentrica*	8	*Navicula lanceolata?*
2	*Cocconema gibbum*	9	— *gibba?*
3	*Fragilaria Catena*	10	— *viridis?*
4	*Gomphonema Augur*	11	— *viridula*
5	— *clavatum*	12	*Synedra Gallionii?*
6	— *gracile*	13	— *lunaris*
7	— *truncatum*	14	— *Ulna.*

Die Genera waren sämmtlich europäisch, aber $\frac{1}{5}$ der Arten war neu. Von den 3 neuen Arten hat sich eine, die *Cocconeïs*, gleichnamig erhalten. Die *Fragilaria Catena* hat sich neuerlich als ein eigenthümliches Genus *Sphenosira* erkennen lassen, aber *Gomphonema Augur* hat sich nur als Seiten-Ansicht der *Sphenosira* ergeben, welche nicht oval, sondern keilförmig und oben gespitzt ist. Dagegen hat sich *Gomphon. truncatum* als eigene Art erwiesen, die auch in Island vorkommt, und daher neuerlich *G. anglicum* genannt worden ist. ([1]) Die fortgesetzten Untersuchungen derselben und neuer Materialien aus gleicher Quelle haben allmälig ein ansehnlich detaillirtes Bild des kleinsten Lebens in Mexico anschaulich gemacht. Es sind von 7 schon vorn angezeigten Puncten her die Untersuchungen möglich geworden, deren Resultate nun hier speciell aufgeführt werden.

14. Real del monte. Tafel III.

8556 Fufs über der Meeresfläche.

Die fortgesetzte Untersuchung derselben von Hrn. Carl Ehrenberg übersandten Conferven hat, anstatt der so eben schon angezeigten 14 mikroskopischen Formen bisher deren nun 51 aus verschiedenen Klassen erkennen lassen.

([1]) Aufserdem haben nachfolgende Körper des früheren Verzeichnisses bei weiterer Entwickelung der Unterscheidungs-Charactere ihre Namen verändert: *Cocconema gibbum* ist jetzt *Eunotia Textricula*, *Navicula lanceolata*, *gibba* und *viridis* sind als *Pinnularia l. g.* und *v.* aufgeführt; *N. viridula* ist als Varietät der *Pinn. viridis* angesehen, verschieden von der wahren *P. viridula*; *Synedra Gallionii* und *S. Ulna* sind als Formen einer besondern neuen Art *S. amphirhynchus* angesehen, und *S. linearis* ist wohl *Himantidium gracile* gewesen, da sie nicht wieder vorgekommen ist.

A. Kieselschalige Infusorien.

1* *Amphora gracilis*
2 — *libyca*
3* *Cocconeïs concentrica*
4* — *punctata*
5 — *striata*
6 *Cocconema Lunula*
7 — *cymbiforme*
8 *Eunotia gibba*
9* — *Librile*
10 — *Textricula*
11 *Fragilaria rhabdosoma*
12 *Gallionella crenulata?*
13 *Gomphonema clavatum*
14 — *gracile*
15 — *anglicum*
16 — *rotundatum*
17 *Himantidium gracile*
18 *Navicula amphigomphus*
19* — *amphirhynchus*
20 — *Amphisbaena*
21* — *biceps*
22* *Navicula dirhynchus*
23 — *fulva*
24* — *oblonga*
25* — *rhomboides*
26 — *Scalprum*
27 *Pinnularia decurrens*
28 — *gibba*
29 — *lanceolata*
30 — *peregrina*
31 — *Tabellaria*
32 — *viridis*
33* *Sphenosira Catena*
34* *Stauroneïs dilatata*
35 — *phoenicenteron*
36* *Stauroptera parva*
37 *Surirella Craticula*
38 — *elegans*
39* — *flexuosa*
40* — *myodon*
41 *Synedra amphirhynchus*
42 — *spectabilis.*

B. Weichschalige Infusorien.

43 *Arcella ecornis*
44* — *Nidus pendulus*
45* — *Pileus*
46 *Closterium lineolatum*
47 — *Lunula*
48* *Difflugia areolata.*

C. Kieselerdige Pflanzentheile.

49 *Lithodontium furcatum*
50 *Lithostylidium calcaratum*
51 *Lithostylidium Serra.*

Unter den 48 Infusorien, welche 18 Generibus angehören, ist nur die Form *Sphenosira,* die ein besonderes eigenthümliches Genus bildet. Doch sind auch die gewundenen *Surirellen* (*flexuosa* und *myodon*) so eigenthümlich, daſs sie wenigstens mit *S. Campylodiscus* eine besondere Gruppe dieser Gattung bilden. Mehr als $\frac{1}{3}$ der 48 Arten, 17 nämlich, sind eigenthümlich. Auffallend ist *Navicula Scalprum* als bekanntes Seethierchen mitten unter

den sonst reinen Süfswasser-Formen. Doch kommt diese Art auch im Biliner Polirschiefer so ähnlich vor, dafs sie dafür angesehen werden mufste.

Ferner ist zu bemerken, dafs diese sämmtlichen organischen Körper jetztlebenden Formen angehören, auch die meisten Infusorien mit ihren eingetrockneten Ovarien beobachtet worden sind.

14. San Pedro y san Pablo. Tafel III.

7000 Fufs über der Meeresfläche.

Aus getrockneten Conferven von San Pedro y san Pablo haben sich 20 jetztlebende mikroskopische Naturkörper des dortigen Süfswassers erkennen lassen, deren Namen folgende sind:

A. Kieselschalige Infusorien.

1	*Fragilaria pinnata*	9*	*Surirella Campylodiscus*
2	*Navicula Amphisbaena*	10	— *Craticula*
3	— *fulva*	11	*Synedra acuta*
4	— *gracilis*	12	— *amphirhynchus*
5*	*Naunema amphioxys*	13	— *Gallionii*
6	*Pinnularia decurrens*	14	— *spectabilis*
7	— *viridis*	15*	— *valens.*
8	*Stauroneïs phoenicenteron*		

B. Weichhäutige Infusorien.

16 *Closterium acerosum.*

C. Kieselerdige Pflanzentheile.

17	*Lithostylidium calcaratum*	19	*Lithostylidium polyedrum*
18	— *amphiodon*	20	— *rude.*

Unter den 18 Infusorien Arten von San Pedro y san Pablo, welche 8 Generibus angehören, sind nur 3 neue und eigenthümliche, kein eigenthümliches Genus. Fünf Arten, nämlich *Nav. Amphisbaena, Naunema, Stauroneïs, Surirella Craticula* und *Closterium* sind mit ihren Ovarien als lebende Formen mit Sicherheit erkannt. Alle Formen gehören dem Süfswasser an.

15. San Miquel bei Regla.

6666 Fufs über der Meeresfläche.

Es sind zwischen Süfswasser-Conferven von San Miquel 23 mikroskopische Körperchen beobachtet worden, die wie folgt verzeichnet werden konnten:

A. Kieselschalige Infusorien.

1*	*Cocconeïs praetexta*	11	*Pinnularia Tabellaria*
2	*Eunotia? monodon*	12	— *Termes*
3*	— *nodosa*	13	— *viridis*
4	*Fragilaria diophthalma*	14	*Stauroneïs phoenicenteron*
5*	*Gallionella coarctata*	15*	*Stauroptera Achnanthes*
6	*Navicula affinis*	16	*Surirella sigmoidea*
7	— *amphisbaena*	17	— *myodon*
8	— *gracilis*	18	*Synedra acuta*
9	*Pinnularia decurrens*	19	— *Gallionii.*
10	— *gibba*		

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

20	*Lithodontium furcatum*	22	*Lithostylidium Serra*
21	*Lithostylidium calcaratum*	23	*Spongilla lacustris.*

Unter den 19 Infusorien-Arten von San Miquel, welche 10 verschiedenen Generibus angehören, sind nur 4 eigenthümliche Arten, welche diesen Ort von den bisher verzeichneten auszeichnen. Keine der Arten bildet ein eigenthümliches Genus. Aufser den auf Tafel III. abgebildeten sind noch *Pinnularia viridis, Stauroneïs phoenicenteron* und *Navicula Amphisbaena* mit ihren grünen Ovarien beobachtet worden.

16. Atotonilco el Grande. Tafel III.

6759 Fuſs über der Meeresfläche.

Die von Herrn Carl Ehrenberg gesammelten Conferven von el Grande, Totonilco el Grande oder Atotonilco el Grande in Mexico haben 34 mikroskopische Organismen ergeben, deren Verzeichniſs folgendes ist:

A. Kieselschalige Infusorien.

1	*Cocconeïs lineata*	9	*Eunotia turgida*
2*	— *mexicana*	10	*Fragilaria acuta*
3	— *Placentula*	11	— *rhabdosoma*
4	*Cocconema Lunula*	12*	*Gomphonema Augur*
5	*Eunotia amphioxys*	13	— *clavatum*
6	— *Argus*	14	— *gracile*
7	— *gibba*	15	*Navicula amphirhynchus*
8	— *gibberula*	16	— *fulva*

17	*Navicula Scalprum*	24	*Stauroneïs bicostris*
18	— *Sigma*	25	*Surirella microcora*
19*	— *sphaerophora*	26	— *splendida?*
20	*Pinnularia gibba*	27	*Synedra amphirchynchus*
21	— *Tabellaria*	28	— *spectabilis*
22	— *viridis*	29**	*Terpsinoë musica.*
23	*Sphenosira Catena*		

B. Weichschalige Infusorien.

30	*Closterium acerosum*	31	*Difflugia denticulata.*

C. Kieselerdige Pflanzentheile.

32	*Lithostylidium amphiodon*	34	*Spongilla lacustris.*
33	— *Serra*		

Obwohl unter den 31 Infusorien-Arten aus 12 Generibus, nur 4 eigenthümliche Formen sind, so befinden sich doch unter allen zwei, welche zwei Genera bilden, die nur bisher in Amerika, und nur in Mexico vorgekommen sind, *Sphenosira* und *Terpsinoë*. Eins derselben gehört zu dem Auffallendsten im ganzen Bereiche der mikroskopischen Beobachtung. Es ist das Musik-Thierchen, *Terpsinoë musica,* welches genau einer doppelten Notenreihe in einem Glaskästchen gleicht. Diese Form hat nur einen nahen Verwandten in der Gattung *Tetragramma*, von welcher eine Art in Libyen in der Ammons-Oase und auf den Marianen-Inseln lebt, von welchen Orten ich sie im Juni 1841 (s. den Monatsbericht) vorlegte. Etwas entferntere Analogien bieten die Formen der Gattung *Grammatophora* (Schrift-Schiffchen). Übrigens hat sich dieselbe Art in Vera-Cruz am Meere gefunden.

Aufser den auf Tafel III. dargestellten Formen sind noch *Closterium acerosum, Navicula fulva, Pinnularia viridis, Eunotia gibba, Cocconeïs lineata, Surirella microcora, Synedra amphirhynchus* und *S. spectabilis* mit ihren grünen Ovarien beobachtet worden.

17. Puente de Dios. Tafel III.

5310 Fufs über der Meeresfläche.

Aus den von Herrn Carl Ehrenberg mitgebrachten Conferven von Puente de la Madre de Dios oder de Magdalena zwischen Atotonilco el Grande und Actopan sind 16 unsichtbar kleine Organismen ermittelt worden, welche sämmtlich den kieselschaligen Infusorien angehören, und die sich folgendermafsen classificiren lassen:

Kieselschalige Infusorien.

1	*Cocconeïs lineata*	9	*Surirella bifrons*
2	— *mexicana*	10	— *Campylodiscus*
3	*Eunotia gibba*	11*	— *euglypta*
4	*Fragilaria acuta*	12*	— *oophaena*
5	*Gallionella coarctata*	13*	— *Regula*
6	*Navicula affinis*	14	*Synedra acuta*
7	— *dirhynchus*	15	— *spectabilis*
8*	— *leptorhynchus*	16	— *Ulna.*

Neue Genera sind unter diesen 7 Gattungen der 16 Iufusorien-Formen von Puente de Dios nicht, aber $\frac{1}{4}$ der Gesammtzahl sind eigenthümliche Arten und besonders reich daran ist die zierliche Gattung *Surirella.*

Auſser den auf der Tafel abgebildeten Formen sind die 3 *Naviculae* und beide dort fehlende *Synedrae* samt der *Fragilaria* mit grünen Ovarien gefüllt gesehen worden.

18. Moctezuma-Fluſs.

5000 Fuſs (?) über der Meeresfläche.

Zwischen den Conferven des Moctezuma-Flusses bei Las Ajuntas in Zimapan fanden sich eine Anzahl sonst weder im südlichen noch im mittleren Amerika vorgekommener Genera und darunter auch die ersten Räderthiere vor. Die Gesammtzahl der ermittelten Formen beträgt 24, deren systematische Classificirung folgendermaſsen festzustellen gewesen ist:

A. Kieselschalige polygastrische Infusorien.

1	*Cocconeïs americana*	9	*Navicula amphirhynchus*
2	*Cocconema Lunula*	10	— *amphioxys*
3	*Eunotia gibba*	11	— *Bacillum*
4	*Fragilaria acuta*	12	— *dirhynchus*
5	— *constricta*	13	— *gracilis*
6	— *diophthalma*	14	*Sphenosira Catena*
7	— *pinnata*	15	*Synedra praemorsa*
8	*Gomphonema gracile?*	16	— *Ulna.*

B. Weichschalige polygastrische Infusorien.

17	*Arcella aculeata*	20	*Micrasterias Boryana*
18	— *hyalina*	21	— *heptactis*
19	*Euastrum magaritaceum*	22*	— *senaria*

C. Räderthiere.

23 *Callidina rediviva?* 24 *Lepadella ovalis?*

Es ist auffallend, dafs von diesen 24 Formen, welche 13 Generibus angehören, nur eine einzige Art neu und eigenthümlich ist, während doch die sonst in Süd-Amerika ungekannten Genera *Micrasterias, Callidina* und *Lepadella* eine Eigenthümlichkeit der Lokalität bekunden([1]).

Aufser den auf der Tafel abgebildeten Formen sind noch *Eunotia gibba, Navicula gracilis, Fragilaria acuta* mit ihren Ovarien beobachtet worden.

Was die Räderthiere anlangt, so sind mir von der auf Tafel III. abgebildeten *Callidina* mehr als 20 Specimina und auch Eier vorgekommen. Sie

---

([1]) Rücksichtlich der Gattung *Micrasterias* ist zu bemerken, dafs Hr. Meneghini in der botanischen Zeitschrift Linnea von 1840 diesen Namen ganz unrichtig von Neuem verwendet hat, was bei ihm eine vielseitige Veränderung von Namen auch für *Euastrum* und *Arthrodesmus* zur Folge gehabt hat, die keineswegs wissenschaftlich richtig ist. Die Namen *Micrasterias* für *M. heptactis* und *Rotula*, als *M. furcata* von Agardh, ist von 1827, der Name *Pediastrum* von Meyen ist von 1829. In den Jahren 1831 und 1832 hatte ich bei der von mir versuchten schärfern physiologischen Bestimmung dieser Formen, welche bis dahin sehr heterogene Gruppen bildeten, noch ein freies Feld. Ich hatte das Recht damals, diesen Namen, an dem ich keinen Theil habe, so zu verwenden, wie ich es gethan, und Meyen's Widerspruch in Wiegmann's Archiv war, um den von ihm gegebenen spätern Namen geltend zu machen, daher nicht wissenschaftlich. Über dieses Geschichtliche, welches doch einmal nicht ungeschehen gemacht werden kann, so gern man auch Jedem seine Lust an neuen Namen liefse, findet sich das Weitere in dem 1838 erschienenen Werke über die Infusorien als vollendete Organismen bei den betreffenden Generibus.

Dadurch, dafs Meyen ohne Noth und Recht 1829 neue Namen gab, und dadurch, dafs Kützing, der bekannte fleifsige Algolog, 1833 in der Linnea Mittheilungen über Infusorien als Algen machte, ohne Bekanntschaft mit den schon 1828, 1830, 1831 und 1832 gegebenen und publicirten Infusorien-Namen, dadurch, dafs dann wieder Brébisson, der verdiente französische Algolog, 1835 die Darstellung Kützings, welche sich mit der sie enthaltenden Zeitschrift leichter verbreitete, ebenfalls ohne Bekanntschaft mit den seitdem sehr erweiterten Beschreibungen der Infusorien, auf die Algen von Falaise übertrug, sind viele Doppelnamen und unrichtige Benennungen entstanden. Aber das Schlimmste ist, dafs sogar im Jahre 1840 noch diese, doch wohl augenscheinlich sorgfältig entwickelten Verhältnisse, mit dem Vermeinen von critischer Sicherung fremder Prioritäts-Ansprüche, von Botanikern, ohne alle directe Kenntnifs der von mir bezeichneten Formen, von Neuem wieder zu den Pflanzen hinübergezogen, und in der Namengebung eigenmächtig verändert worden. Diese Kritik ist nicht zu billigen, sie giebt nicht eine bessere Übersicht, sie kann nur ein bedauerliches Mifsverständnifs sein, welches eine neue grofse Synonymie in die an sich schon schwierigen mikroskopischen Verhältnisse bringt.

waren zwischen den sandigen Beimischungen der Algen, und theils als ovale, theils als kugelartige Körperchen sichtbar, die sich im Wasser etwas mehr ausdehnten. Ich habe die meisten in einem Uhrglase unter Wasser lange stehen lassen. Keines lebte wieder auf, endlich zergingen sie in Schleim. Die Farbe war blafs ziegelroth mit helleren Enden bei den ausgedehnten. Im mittleren Körper lag stets ein deutlicher Schlundkopf mit 2 je zweizahnigen Kiefern. Augen waren nicht zu erkennen. Bei den aufgeweichten Thierchen wurden durch Druck zwischen Glasplatten die Zähne sehr klar sichtbar. Die Farbe der Eier war etwas dunkler röthlich, aber von Augen sah ich nicht nur keine Pigmentspur, sondern es fehlte auch jede Spur einer Augenzelle, wie sie sich wohl sonst bei verbleichtem Pigmente erkennen läfst. Diese *Callidina* ist dann wohl auch dasselbe Räderthierchen, welches Bosc 1802 als *Rotifère* von Carolina beschrieben hat, und das bisher fraglich zu *Rotifèr vulgaris* gezogen werden mufste, wenigstens ist eine andere ähnliche Form aus keinem Theile Amerika's bisher bekannt geworden.

Das andere Räderthierchen, *Lepadella ovalis* fraglich genannt, zeigte ebenfalls keine Spur von Augenpigment, noch von Augenzellen, aber einen etwas undeutlich gezahnten Schlundkopf und einen Gabelfufs.

19. Vera-Cruz. Tafel III.

Unmittelbare Meeresküste.

Aus See-Algen und Meeresabsatz von der flachen sandigen Küste bei Vera-Cruz verdankt die Wissenschaft meinem Bruder nicht weniger als 120 mikroskopische Organismen. Einige dieser Seethierchen habe ich schon 1839 in der Abhandlung über die jetzt lebenden Kreidethiere pag. 33 und 73 erwähnt, es waren

Coscinodiscus eccentricus
Grammatophora mexicana
— *oceanica*
— *undulata.*

Die seitdem so ansehnlich zahlreicher aufgefundenen sämmtlichen jetztlebenden Formen des mexicanischen Meerbusens sind:

A. Kieselschalige Infusorien.

1 *Achnanthes pachypus*
2* — *turgens*
3* *Actinoptychus hexapterus*
4 — *senarius*

5 *Amphora libyca*
6 — *lineolata*
7 *Biddulphia pulchella*
8* *Ceratoneïs laminaris*
9* *Campylodiscus radiosus*
10* — *striatus*
11 *Climacosphenia moniligera*
12 *Cocconeïs concentrica*
13 — *finnica*
14* — *islandica*
15 — *lineata*
16 — *Scutellum*
17 — *striata*
18 *Cocconema cymbiforme*
19 — *gracile*
20 — *Lunula*
21 *Coscinodiscus eccentricus*
22 — *lineatus*
23 — *minor*
24 — *radiatus*
25 — *subtilis*
26* *Dictyocha splendens*
27 *Eunotia Textricula?*
28 *Fragilaria rhabdosoma?*
29 *Gallionella coarctata*
30 — *sulcata*
31 *Grammatophora angulosa*
32* — *mexicana*
33 — *oceanica*
34 — *stricta*
35 — *undulata*
36 *Haliomma radiatum*
37* *Navicula rhombea*
38* *Pinnularia Apis*
39* — *Conops*
40* — *diomphala*
41* — *disphenia*
42 — *Gastrum*
43 — *Placentula*
44* — *Utriculus*
45 *Pyxidicula cruciata*
46* *Spirulina vivipara*
47 *Stauroptera aspera*
48 *Surirella fastuosa*
49 *Synedra spectabilis*
50 — *Ulna*
51 *Terpsinoë musica*
52 *Triceratium Favus.*

C. Kieselerdige Bestandtheile.

53 *Lithasteriscus radiosus*
54 — *tuberculosus*
55 *Lithodontium furcatum*
56 — *nasutum*
57* *Lithosphaera Argus*
58 — *didyma*
59 — *ovata*
60 — *osculata*
61 — *reniformis*
62* — *stellulosa*
63 *Lithostylidium calcaratum*
64 — *Serra*
65** *Pileolus paradoxus*
66 *Spongolithis (Tethya?) acicularis*
67 — *Acus*
68* — *Agaricus*
69 — *anceps*
70* — *armata*
71* — *Anchora β macroacanthus*

72 *Spongolithis cenocephala*
73 — *Clavus*
74 — *Fustis*
75 * — *neptunia*
76 * — *Pilobolus*
77 *Spongolithis Triceras*
78 — *uncinata*
79 * — *Zygaena*
80 * *Spongophyllium cancellatum.*

C. Kalkschalige Polythalamien.

81 ** *Allotheca megathyra*
82 *Biloculina elongata*
83 * *Cristellaria vitrea*
84 * *Dimorphina Planularia*
85 * — *tenella*
86 * *Entrochus septatus*
87 * *Grammostomum gracile*
88 * — *plicatum*
89 * — *porosum*
90 * — *tenue*
91 ** *Megathyra dilatata*
92 * — *Planulina*
93 * *Nonionina integra*
94 * — *Millepora*
95 * *Phanerostomum integerrimum*
96 * — *ocellatum*
97 * *Planularia Pelagi*
98 * *Planulina areolata*
99 * — *Argus*
100 * — *aspera*
101 * *Planulina Oceani*
102 * — *tenuis*
103 * *Polymorphina australis*
104 ** *Ptygostomum oligoporum*
105 * *Rosalina globigera*
106 * — *micropora*
107 * — *tenerrima*
108 *Rotalia globulosa*
109 * — *pelagica*
110 * *Sorites edentulus*
111 * *Spiroloculina ambullaris*
112 * — *Lagena*
113 — *vulgaris*
114 * *Textilaria aculeata*
115 * — *areolata*
116 — *globulosa*
117 * — *incrassata*
118 * — *ocellata*
119 * — *stichopora*
120 * — ?

Die 52 Infusorien-Arten des mexikanischen Meerbusens gehören 25 Generibus an, von denen nur zwei an den europäischen Meeresküsten zu fehlen scheinen, nämlich *Climacosphenia* und *Terpsinoë*. Neu und eigenthümlich sind 24 Species, welche durch Sternchen bezeichnet sind. Die *Terpsinoë musica* ist auch aus Atotonilco, dem Hochlande Mexico's, schon angezeigt, und da sich bei Vera-Cruz nur eine leere, ein wenig verletzte Schale, dagegen bei Atotonilco mit den Ovarien erhaltene Thierchen gefunden haben, so könnte leicht diese Süſswasserform mit dem Wasser von dem Hochlande,

wohin sie eigentlich gehört, hinabgespült worden sein, ohne an der Küste eigentlich zu leben. Doch giebt es auch viele kleine Thiere, die im Süfswasser und im Seewasser leben können.

Unter den 28 kieselerdigen Pflanzentheilen sind mehrere ausgezeichnete Formen, deren einige auf Tafel III. abgebildet sind. Einige dieser Formen, die *Lithodontia* und *Lithostylidia,* sind offenbar Theile von Landpflanzen, Gräsern, während die übrigen sämmtlich Theile von Seeschwämmen oder Tethyen zu sein scheinen, und viele nachweifslich es sind. Die erstern mögen mit dem Flufs- und Regenwasser in's Meer geschwemmt werden.

Am reichsten im Verhältnifs an ausgezeichneten Formen sind die kalkschaligen Thierchen oder Polythalamien. Es sind 40 Arten derselben als jetzt im dortigen Meere lebend beobachtet und diese gehören 18-19 Generibus an, von welchen 6-7 eigenthümlich oder doch neu sind. Von den 40 Arten sind 36 neu. Hierbei ist freilich zu bemerken, dafs diese Formen noch sehr wenig an andern Orten betrachtet sind.

Besonders wichtig ist eine Anzahl dieser mexikanischen Meeresformen dadurch, dafs sie offenbar identisch sind mit denen der Kreide und der Kreidemergel, und dafs mithin die Zahl dieser bereits zahlreichen identischen Formen sich dadurch wesentlich vergröfsert. Über dieses Verhältnifs werde ich weiter unten ausführlicher und summarisch berichten.

Die Vereinigten Staaten Nord-Amerika's.

Die erste nordamerikanische Infusorien-Form ist durch Bosc im Jahre 1802 aus Carolina angezeigt worden. Dann ist, nachdem die fossilen Infusorien-Erden entdeckt waren, alsbald auch in New-York die Aufmerksamkeit darauf gelenkt worden, und ich erhielt 1839 die ersten Proben dieser Art von Herrn Torrey, über welche am 18. Februar 1839 der Akademie berichtet wurde. Seitdem sind nun die reichsten amerikanischen Materialien gerade aus den Vereinigten Staaten gewonnen worden, wo die eingebornen angesehenen Gelehrten sich mit grofser Vorliebe der Aufsuchung dieser Verhältnisse mit dem glücklichsten Erfolge gewidmet haben. Es folgen nun die Resultate der einzelnen Lokalitäten nach ihrer geographischen Lage, von Mexico nach Osten und Nord-Osten fortschreitend, woran sich zuletzt andere und die nördlichsten, dem Pole nahen, amerikanischen Beobachtungspunkte anreihen werden.

20. Florida, Ostküste.

(28° N. B. 80° W. L. v. Greenw.)

Herr Prof. Bailey in West Point erwähnt in seinem interessanten Aufsatze über die amerikanischen Bacillarien im *Journal of Science and Arts* Vol. XLII. No. 23 1842 einer *Cocconeïs,* welche an einer See-Alge von der Ostküste Florida's anhing. Er hat sie abgebildet, aber ihr keinen Special-Namen gegeben. Ich bin zweifelhaft, ob es eine besondere Art gewesen, oder ob die Zeichnung den Charakter einer bekannten Art weniger scharf angiebt. Waren die Rippen der Schale gekörnt, so pafste die Gröfse und Form ganz wohl zu

Cocconeïs Scutellum,

welche Form anderwärts in Amerika auch von mir beobachtet worden ist. Andere Formen sind aus Florida nicht bekannt.

21. Carolina.

(32-36° N. B. 76-81° W. L. v. Greenw.)

Es sind von Bosc im Jahre 1802 in Detervilles Fortsetzung der Buffonschen Naturgeschichte (*Buffon par Deterville, Vers.*) 3 Infusorien aus Carolina genannt worden, die er selbst dort beobachtet hat. Er nennt sie *Vorticella doliolium, Cercaria cornuta* und *le Rotifère.* Es heifst ebenda: [1] Die «heifsen Länder können ohne Zweifel grofse Arten (von Infusorien) hervor«bringen, die (dem dänischen Naturforscher Otto Friedrich) Müller unbekannt «sind, und Bosc hat schon eine von Carolina mitgebracht (*Cercaria cornuta*); «allein die kleinen Arten müssen überall dieselben sein, und der nämliche «Naturforscher hat es in diesem Theile von Amerika bestätigt, indem er «mehrere beobachtete, die man häufig bei Paris findet und unter andern das «Räderthier (*le Rotifère*).»

Was hier von Bosc im Allgemeinen gesagt wird, kann nicht mafsgebend sein, da er offenbar die Formen nicht so scharf untersucht hat, um über ihre Gleichheit mit den europäischen richtig zu urtheilen, was auch aus den von ihm gegebenen, ganz unbrauchbaren Abbildungen der 2 angeblich neuen Ar-

---

[1] Les pays chauds en peuvent sans doute produire de grandes espèces inconnues à Müller et Bosc en a déjà rapporté une de la Caroline, mais les petites espèces doivent être partout les mêmes, et le même naturaliste l'a constaté dans cette partie de l'Amérique, où il en a observé plusieurs qu'on trouve fréquemmement aux environs de Paris et entre autres *le Rotifère.*

ten deutlich hervortritt. Er hatte wohl keine hinreichend starke und klare Vergröfserung. Nur soviel läfst sich daraus abnehmen, dafs er wirklich Infusorien dort in ähnlichen Gröfsen und Mengen wie bei Paris sah. Ja er giebt übrigens bei der Vorticelle ganz interessante Entwickelungsbeobachtungen an, die er freilich auch leichter machen konnte. Er sah an einem Tage 3 Generationen entstehen. ([1])

Nach den sehr flüchtigen Umrissen zu urtheilen, welche dort mitgetheilt sind, war nur die Vorticelle ein Polygastricum. Ich habe sie 1838 in dem Infusorien-Werke pag. 275 zur *Epistylis Anastatica* gezogen. Die *Cercaria cornuta*, deren südländische Gröfse Bosc imponirte, habe ich ebenda pag. 464, der Abbildung nach, für einen jungen Wasserfloh oder Krebs, mithin für gar kein Infusorium erklärt. Den *Rotifère* endlich habe ich früher zu *Rotifer vulgaris* gezogen, allein die Exemplare der *Callidina* vom Moctezuma-Flusse machen jetzt wahrscheinlich, dafs er ein solches augenloses Thierchen gewesen.

Demnach sind die beobachteten Infusorien aus Carolina nur

1 *Epistylis Anastatica?* und
2 *Callidina rediviva.*

In dem gröfsern Infusorienwerke habe ich unter dem Genus *Callidina* nur eine Art, *C. elegans* angeführt, allein pag. 500 ist auf eine zweite Art, *C. rediviva* aufmerksam gemacht worden, von der sich die mexikanische nicht wohl unterscheiden liefs.

22. Virginien, Richmond.
(37° N. B. 77° W. L. v. Greenw.)

Eine sehr reiche Ausbeute, aber nur an fossilen mikroskopischen Formen Virginiens, ist durch Herrn Prof. Rogers, des Geognosten, Bemühung entdeckt worden, und auch zu meiner Beurtheilung gekommen. Herr Prof. Bailey hat schon einige Arten davon in der Abhandlung über die amerikanischen Bacillarien verzeichnet und auf die Ähnlichkeit der dortigen geognostischen Bildung mit der von Oran hingewiesen, welches Verhältnifs scharf zu vergleichen nun ein besonderes geologisches Interesse gewonnen hat.

Folgendes Verzeichnifs von 11 virginischen fossilen Infusorien habe ich aus Hrn. Bailey's Abhandlung ausgezogen.

([1]) Elle a fourni trois générations dans une journée.

	Bailey		Ehrenberg
1	*Pyxidicula* Fig. 2	=	*Pyxidicula cruciata*
2	*Gallionella sulcata* Fig. 7	=	*Gallionella sulcata*
3	*Actinocyclus* — Fig. 10	=	*Actinoptychus octonarius*
4	— — Fig. 10	=	— *senarius*
5	*Coscinodiscus lineatus* Fig. 12	=	*Coscinodiscus lineatus*
6	— *Patina* Fig. 13	=	— *minor*
7	— *radiatus* Fig, 14	=	— *Gigas*
8	— *Argus*	=	— *Argus*
9	— *Oculus Iridis*	=	— *Oculus Iridis.*

Überdieſs glaubt Herr Bailey, daſs gewiſs noch mehrere Arten des Genus *Actinocyclus* sich fossil auch im Lager von Richmond finden werden.

Dieses Lager fossiler Infusorien in der Nähe der Stadt Richmond ist nach Herrn Rogers geognostischen Untersuchungen (¹) eine Tertiärbildung und ein ganz ähnliches findet sich nach Herrn Bailey in den felsigen Anhöhen (cliffs) am Rappahannock-River. Herr Bailey sagt a. a. O.: «Diese Infusorien-Lager Virginiens sind von groſsem Interesse wegen ihrer weiten «Verbreitung und auch, weil sie die ersten Infusorien-Ablagerungen aus die«sen Ländern sind, die einer Vorzeit vor der jetzigen Bildungs«Epoche angehören.»

In der mir von Herrn Rogers durch Herrn Prof. Bailey gütigst übersandten Probe des dortigen fossilen, angeblich tertiären Infusorien-Lagers haben sich bis jetzt folgende 50 Formen beobachten und mit den europäischen und afrikanischen von Oran direct vergleichen lassen.

A. Kieselschalige Infusorien.

1	*Actinocyclus quinarius*	8	*Actinoptychus duodenarius*
2	— *denarius*	9	— *sedenarius*
3	— *undenarius*	10	— *denarius*
4	— *duodenarius*	11*	— *vicenarius*
5	— *bioctonarius*	12*	— *Jupiter*
6	*Actinoptychus senarius*	13	*Amphora libyca*
7	— *octonarius*	14	*Biddulphia tridentata*

(¹) *Report on Geology of Virginia for* 1840.

15 *Cocconeïs amphiceros*
16* — *leptoceros*
17 *Coscinodiscus Argus*
18 — *concavus*
19 — *limbatus*
20 — *lineatus*
21 — *marginatus*
22 — *Gigas*
23 — *minor*
24 — *Oculus Iridis*
25 — *radiatus*
26* — *radiolatus*
27 *Dictyocha Crux*
28 — *Fibula*
29 — *Pentasterias*
30 *Eunotia Diodon*
31 *Eunotia Monodon?*
32* *Fragilaria amphiceros*
33 — *laevis*
34 — *pinnata*
35 *Gallionella sulcata*
36** *Goniothecium Rogersii*
37 *Grammatophora oceanica*
38 — *undulata?*
39 *Haliomma —?*
40 *Himantidium Arcus?*
41 *Navicula Sigma*
42 *Pinnularia peregrina*
43 *Pyxidicula cruciata*
44** *Rhizosolenia americana*
45* *Stauroptera —?*
46* *Triceratium obtusum.*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

47 *Spongolithis acicularis*
48 — *Caput serpentis*
49 — *cenocephala*
50 *Spongolithis Clavus*
51 — *fistulosa*
52 — *Fustis.*

Unter diesen 52 Formen sind 46 Infusorien, welche 20 Generibus angehören. Von den Generibus sind 2, *Goniothecium* und *Rhizosolenia*, bisher nirgends weiter beobachtet, alle übrigen sind europäische. Von den Arten sind 11, also fast $\frac{1}{5}$, neu und eigenthümlich.

Viele der in diesem Lager vorkommenden Formen sind allerdings, wie Hr. Bailey aus der geringeren Zahl von Beobachtungen schon richtig schlofs, denen von Oran gleich, allein viele dieser Formen kommen auch nicht in Oran vor. Das wahre Verhältnifs stellt sich, nach den bisherigen Materialien zur Vergleichung, so, dafs von der Gattung *Coscinodiscus* von 11 Arten in Oran 5 vorkommen, welche auch in Richmond vorhanden sind, 5 in Richmond allein, 1 in Oran allein gefunden sind. Von 13 Arten *Actinocyclus* sind 3 übereinstimmend, 8 kommen allein in Oran, 2 allein in Richmond vor. Von 8 Arten von *Actinoptychus* kommen 3 an beiden Orten zugleich vor, 4 in Richmond, 1 allein in Oran u. s. w. Da selbst von den Kreide-Thieren

aus Sicilien eine ansehnliche Zahl noch jetzt lebend vorhanden sind, mithin in der Tertiär-Formation nicht fehlen können, so erlaubt offenbar eine Ähnlichkeit oder Gleichheit dieser Formen allein nicht auf das geognostische Alter einer Gebirgsart zu schliefsen.

Besonders interessant und wissenschaftlich wichtig ist diese Formenreihe aus Amerika deshalb, weil das Lager bei Richmond eine entschiedene Seewasserbildung ist und somit auf einmal eine grofse Übersicht der mikroskopischen Seethiere des Nordamerikanischen Oceans entgegengeführt, die offenbar in der Mehrzahl dort noch jetzt lebend sein werden, da sie an der deutschen Küste der Nordsee bereits zahlreich lebend aufgefunden worden sind.

In wie fern die ganze Ablagerung zur Tertiärbildung gerechnet werden mufs, ist aus den mir zu Gebote stehenden Materialien nicht zu beurtheilen. Sie kann, den hier aufgezählten, von mir allein zu beurtheilenden Formen nach, der Kreidebildung, der Tertiär-Bildung und auch einer ganz neuen Zeit angehört haben. Die darin eingeschlossenen Reste von characteristischen gröfsern Thieren, oder eine Überlagerung von geologisch entschieden characterisirten Gebirgsmassen, z. B. Kreide, Basalt u. dgl. würden hierbei allein sicher leitend sein können.

23. West-Point, New-York. Tafel IV.

(40° N. B. 74° W. L. v. Greenw.)

Aus West-Point in New-York wurden, wie bereits vorn erwähnt ist, schon im Jahre 1838 durch den Professor der Chemie, Mineralogie und Geologie Herrn Bailey daselbst, einige Mittheilungen über fossile Infusorien im Torfe der dortigen Gegend mit angehängten Bemerkungen über amerikanische Diatomeen veröffentlicht.(1) Herr Prof. Daubeny in Oxford hatte etwas von der für seine nordamerikanischen Freunde von mir erhaltenen Infusorien-Erde an Herrn Dr. Torrey gesandt, und dieser sie Herrn Bailey mitgetheilt, wie der letztere in der Einleitung berichtet. Die Nachsuchung in der Umgegend von West-Point nach etwas Ähnlichem hatte sehr bald ein günstiges Resultat. Prof. Bailey fand am Fufse des südlichen Abhanges des

---

(1) On fossil Infusoria discovered in Peat-earth at West-Point N. Y. with some notices of American species of Diatomae by I. W. Bailey in *Silliman American Journal of science and arts* Vol. XXXIV. Juli 1838.

Hügels, worauf das berühmte Fort Putnam stand, 1 Fufs unter der Oberfläche eines dünnen Torflagers, eine 8 bis 10 Zoll mächtige und wahrscheinlich auf einige 100 Quadrat-Yards ausgedehnte Erd-Schicht, die ganz aus Kieselschalen von Bacillarien bestand, und als fossile Masse erschien. Er war der Meinung, dafs Hunderte von Jahren verfliefsen mufsten, ehe sich eine solche Masse zusammenhäufen konnte, was jedoch auch in Kürze möglich ist.

Die weitern Details der Mittheilungen ergeben eine Beobachtung von 10 verschiedenen fossilen Formen, welche auch abgebildet, aber nicht benannt sind. Ich versuche hier ihre Deutung:

Fig. 1. = *Navicula viridis*
Fig. 2. = *Cocconema asperum?*
Fig. 3. = *Spongillae lacustris aciculae*
Fig. 4. = *Spongillae Erinacei aciculae*
Fig. 5. = *Navicula viridis a latere*
Fig. 6. = *Stauroneïs*
Fig. 7. = *Pinnularia amphioxys*
Fig. 8. = *Gomphonema gracile*
Fig. 9. = *Eunotia bidens*
Fig. 10. eine Massen-Ansicht
Fig. 11. = *Gallionella distans et crenulata.*

Überdiefs hat Herr Bailey 5 jetzt dort in den Gewässern lebende Formen beobachtet und gezeichnet, die vorn, pag. 295, bereits genannt sind und die ich hier nicht wiederhole.

Von Herrn Dr. Torrey erhielt ich durch Herrn v. Humboldt's gütige Übernahme im Jahre 1839 eine Probe jenes amerikanischen Infusorien-Lagers, über welches ich im selben Jahre im Februar der Akademie Bericht erstattete.(1) Es wurden damals 15 organische Bestandtheile erkannt, darunter 11 kieselschalige Infusorien, 3 kieselerdige Pflanzentheile und Fichten-Pollen.

1 *Cocconema asperum*
2 *Eunotia Arcus*
3 — *Diodon*
4 *Fragilaria trinodis*
5 *Gallionella distans*
6 *Gomphonema paradoxum*

(1) S. die Berichte der Akademie 1839 pag. 30.

7 *Navicula alata*
8 — *amphioxys*
9 *Navicula suecica*
10 — *viridis*
11 — *viridula*
12 *Spongilla lacustris?*
13 *Spongia? apiculata*
14 *Amphidiscus Rotula*
15 *Pollen Pini.*

Die fortgesetzte Untersuchung dieser fossilen Erdprobe und die vorn erwähnte wiederholte gröſsere Sendung an Material durch die Herren Silliman haben allmälig die Zahl der constituirenden Formen bis auf 62 erhöht.

Folgendes Verzeichniſs enthält alle von mir in dem Lager am Castell bei West-Point erkannten Formen.

A. Kieselschalige Infusorien.

1 *Amphiprora navicularis*
2 *Cocconeïs finnica*
3 *Cocconema Arcus*
4 — *asperum*
5 — *cymbiforme*
6 *Eunotia bidens*
7 — *Diodon*
8 — *granulata*
9 — *Monodon*
10 — *Octodon*
11 — *parallella*
12 — *praerupta*
13 — *Tetraodon*
14 — *ventralis*
15 — *zebrina*
16 *Fragilaria pinnata*
17 *Gallionella aurichalcea*
18 — *crenulata*
19 — *distans*
20 *Gomphonema americanum*
21 — *Augur*
22 — *coronatum*
23 — *gracile*
24 — *nasutum*
25 *Gomphonema subtile*
26 — *turgidum*
27 — *Turris*
28 *Navicula alata*
29* — *americana*
30 — *amphigomphus*
31 — *Bacillum*
32 — *dilatata*
33 — *Silicula*
34 *Pinnularia amphioxys*
35 — *Dactylus*
36 — *inaequalis*
37 — *Legumen*
38 — *macilenta*
39 — *nobilis*
40* — *Sillimanorum*
41 — *Tabellaria*
42 — *viridis*
43 *Stauroneïs Baileyi*
44 *Striatella arcuata?*
45 *Synedra spectabilis*
46 *Tabellaria nodosa*
47 — *trinodis.*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

48 *Amphidiscus Anchora*
49 — *armatus*
50 — *Martii*
51 — *Rotula*
52 *Lithodermatium fasciatum*
53 *Lithodontium bicorne*
54 — *furcatum*
55 — *nasutum*
56 *Lithodontium Rhombus*
57 *Lithostylidium amphiodon*
58 *Spongilla lacustris*
59 — *Erinaceus*
60 *Spongolithis apiculata*
61 — *inflexa*
62 — *mesogongyla.*

C. Weichhäutige Pflanzentheile.

63 *Pollen Pini.*

Unter den 47 selbstständigen kleinen Organismen dieses Lagers ist nur eine Form, die ein besonderes Genus bildet, *Amphiprora.* Alle übrigen gehören 12 europäischen Gattungen. Als eigenthümliche Arten lassen sich auch mit einiger Sicherheit nur etwa 7, also gegen $\frac{1}{7}$ der ganzen Formen-Zahl ansehen. Bei weitem die Mehrzahl erscheinen als mit den europäischen ganz übereinstimmende Formen.

Aufser diesen fossilen, dicht unter der Oberfläche eines Torfmoors vorkommenden, mithin vielleicht sämmtlich auch der Jetztwelt angehörigen Formen habe ich nur noch Gelegenheit gehabt, von West-Point auch noch eine grofse Reihe von entschieden jetzt lebenden und sogar im lebenden Zustande in Berlin zu beobachten. Herr Prof. Bailey sandte mir im Jahre 1842 einige Gläschen voll Torf-Wasser aus West-Point mit vielen lebenden Bacillarien. Diese waren am 2. April 1842 dort mit dem Wasser gefüllt worden, und am 16. Juni darauf konnte ich sie der Akademie in Berlin noch zahlreich lebend vorzeigen. (1) Ich habe mich bemüht, diese lebendigen oder doch sämmtlich als der Jetztwelt mit Sicherheit angehörigen Formen Nord-Amerikas mit den europäischen möglichst genau zu vergleichen und habe deshalb alle gezeichnet.

Gleichzeitig sandte auch Herr Bailey eine gedruckte Abhandlung ein, worin er, neben den fossilen Formen von Richmond in Virginien, eine ziem-

(1) Vgl. die Berichte der Akademie 1842 pag. 188.

liche Anzahl jetzt lebender Arten aus mehreren Gegenden der Vereinigten Staaten und besonders von West-Point selbst angezeigt hat. (1)

Diese von Herrn Bailey bei West-Point in New-York beobachteten und abgebildeten jetzt lebenden Formen sind folgende:

I. *Desmidiacea.*

1	Fig. 1.	*Desmidium Swartzii?*		=	*Desmidium Swartzii*	
2	Fig. 2-3.	*Euastrum?*		=	—	*tridens*
3	Fig. 4-5.	*Euastrum?*		=	—	—
4	Fig. 6.	—	*var.*	=	—	—
5	Fig. 7.	—	*var.*	=	*Pentasterias radiata?*	
6	Fig. 8.	—	*margaritifer.*	=	*Euastrum margaritiferum*	
7	Fig. 9.	—	*al. sp.*	=	*Desmidium aculeatum*	
8	Fig. 10.	—	*al. sp.*	=	*Xanthidium fasciculatum*	
9	Fig. 11.	—	*al. sp.*	=	*Arthrodesmus convergens*	
10	Fig. 12.	—	*al. sp.*	=	—	*quadricaudatus.p.*
11	Fig. 13.	—	*al. sp.*	=	*Xanthidium bisenarium*	
12	Fig. 14.	—	*al. sp.*	=	*Desmidium glabrum*	
13	Fig. 15.	*Xanthidium* —		=	**Xanthidium Arctiscon*	
12	Fig. 16.	—	—	=	—	*coronatum*
	Fig. 17.	*Arthrodesmus quadricaudatus*		=	*Arthrodesmus quadricaudatus*	
13	Fig. 18.	—	*acutus*	=	—	*acutus*
14	Fig. 19.	*Micrasterias Tetras*		=	*Micrasterias Tetras*	
15	Fig. 20.	—	*Boryana*	=	—	*Boryana*
16	Fig. 21.	—	*al. sp.*	=	—	*elliptica*
17	Fig. 22.	*Euastrum Rota*		=	**Euastrum Sol*	
18	Fig. 23.	—	*Crux melitens.*	=	—	*Crux melitensis*
	Fig. 24.	—	*Rota juvenile*	=	—	*Rota, juvenile*
19	Fig. 25.	—	*al. sp.*	=	* —	*americanum*
20	Fig. 26.	—	*al. sp.*	=	—	*Pecten*
21	Fig. 27.	—	*al. sp.*	=	—	*ansatum*

(2) *American Bacillaria:* by I. W. Bailey Part. I. *Desmidiacea. Silliman American Journal of sc. and Arts* Vol. XLI. Nr. 2. pag. 288 und Part. II. *Naviculacea* Vol. XLII. Nr. 1. p. 96. 1841 und 1842.

22	Fig. 28.	*Euastrum al. sp.*	=	**Euastrum carinatum*
	Fig. 29.	— *al. sp.*	=	— *Crux melitensis juv.?*
23	Fig. 30.	*Closterium Lunula*	=	(*Closterium Lunula?, turgidum?*)
24	Fig. 31.	— *moniliferum*	=	— *moniliferum*
25	Fig. 32.	— *Trabecula*	=	— *crenulatum*
26	Fig. 33.	— *Digitus?*	=	(*Polysolenia Closterium?*)
27	Fig. 34.	— *lineatum*	=	*Closterium amblyonema*
28	Fig. 35.	— *striolatum*	=	— *turgidum*
29	Fig. 36.	— *rostratum*	=	— *setaceum*
30	Fig. 37.	— *tenue?*	=	— *tenue?*
31	Fig. 38.	— *al. sp.*	=	— (*Trabecula?*)
		II. *Naviculacea.*		
32	Fig. 3.	*Gallionella moniliformis*	=	*Gallionella moniliformis*
33	Fig. 4.	— *aurichalcea*	=	— *aurichalcea*
34	Fig. 5.	— *distans*	=	— *distans*
35	Fig. 6.	— *varians*	=	— *varians*
36	Fig. 7.	— *sulcata*	=	— *sulcata*
37	Fig. 8.	— *? al. sp.*	=	**Biddulphia? laevis*
38	Fig. 17.	*Navicula viridis*	=	*Pinnularia viridis*
39	Fig. 20.	— *al. sp.*	=	— *suecica?*
40	Fig. 21.	— *? striatula*	=	*Surirella splendida*
41	Fig. 23.	— *al. sp.*	=	**Stauroneïs Baileyi*
42	Fig. 26.	*Eunotia Arcus*	=	*Eunotia Westermanni*
43	Fig. 28.	— *Monodon*	=	— *Monodon*
44	Fig. 29.	— *Diodon*	=	— *Diodon*
45	Fig. 30.	— *triodon*	=	— *Triodon*
46	Fig. 31.	— *tetraodon*	=	— *Tetraodon*
47	Fig. 32.	— *pentodon*	=	— *quinaria*
48	Fig. 33.	— *Serra*	=	— *Decaodon*
49	Fig. 34.	*Bacillaria paradoxa*	=	*Bacillaria paradoxa*
50	Fig. 36.	— *tabellaris*	=	*Tabellaria trinodis*
	Fig. 37.	— — *adultior?*		
51	Fig. 40.	*Fragilaria pectinalis*	=	*Himantidium Arcus*
52	Fig. 41.	— *bipunctata*	=	*Fragilaria rhabdosoma*
53	Fig. 42.	*Meridion vernale*	=	*Meridion vernale.*

Unter diesen 53 Infusorien-Arten aus New-York sind 7 eigenthümliche Arten, welche durch Sternchen bezeichnet sind. Ganz besonders wichtig ist Herrn Bailey's Beobachtung der lebenden gezahnten Eunotien, die bisher in Europa nirgends lebend gesehen sind, obschon die Schalen in den schwedischen und finnländischen Bergmehlen zahlreich vorkommen.

Da ich zu vermuthen Grund habe, dafs einige dieser Formen im Leben Bänder bilden, wie *Fragilaria,* und mithin zum Genus *Himantidium* gehören, so wäre besonders wünschenswerth, darauf die Aufmerksamkeit zu richten. Vielleicht sind alle dergleichen Bänder der verschiedenartigsten ähnlichen Thiere für *Fragilaria pectinalis* gehalten worden.

Von mir sind nun in Berlin folgende Formen aus New-York lebend beobachtet worden, worunter sogar auch weiche Magenthierchen und 3 Arten von nackten und gepanzerten Räderthieren waren, welche letztere zwar nicht mehr lebend, aber dennoch kenntlich erhalten ankamen.

A. Panzerlose Magenthierchen.

1 *Monas Termo*	2 *Trachelius trichophorus.*

B. Weichschalige Magenthierchen.

a. Arcellina.

3 *Arcella constricta*	5 *Difflugia acanthophora*
4 — *hyalina*	6 — *oblonga.*

b. Closterina.

7 *Closterium crenulatum*	9 *Closterium striolatum*
8 — *Cucumis*	10 — *turgidum*

---

(1) Da Herr Prof. Bailey in seinen Aufsätzen oft meine Arbeiten über diese Gegenstände unter der Bezeichnung Mandl und Ehrenberg citirt, was sich auf Hrn. Mandl's französischen Auszug aus meinem gröfsern Infusorien-Werke bezieht, so darf ich, um wissenschaftlichen Mifsverständnissen vorzubeugen, nicht unterlassen zu bemerken, dafs, obwohl auf dem Titel jenes Auszugs, gewifs zufällig, mein Name so steht, dafs man glauben könnte, ich hätte selbst diesen Auszug besorgt, ich doch gar keinen Antheil an demselben habe. Auch sind unglücklicher Weise, wahrscheinlich durch die vom Buchhändler bedingte Eile, so viele sinnentstellende Fehler hinein gekommen, und die Copien der Abbildungen sind so flüchtig und unkenntlich, dafs ich bitten mufs, die Sachen nirgends nach dem Auszuge zu beurtheilen und diesen Auszug nirgends bei wissenschaftlichen Erörterungen zum Grunde zu legen, obschon er Manchem eine Bequemlichkeit bieten mag.

c. Desmidiacea.

11 *Desmidium apiculosum*
12 — *eustephanum*
13 — *ramosum*
14 — *senarium*
15 — *tridens?*
16 *Arthrodesmus quadricaudatus*
17 *Euastrum americanum*
18 — *ansatum*
19 — *crenulatum*
20 — *margaritiferum*
21 — *Pecten*
22 *Euastrum Sol*
23 — *verrucosum*
24 *Hyalotheca cylindrica*
25 — *mucosa?*
26 *Micrasterias heptactis*
27 — *Tetras*
28 — *tricyclia*
29 *Pentasterias margaritacea*
30 *Xanthidium aculeatum*
31 — *coronatum.*

d. Dinobryina.

32 *Dinobryon sociale.*

e. Peridinaea.

33 *Peridinium cinctum?*

C. Kieselschalige Magenthierchen.

a. Cryptomonadina.

34* *Trachelomonas aspera.*

b. Naviculacea.

35 *Amphora rimosa*
36 *Cocconeïs finnica*
37 *Cocconema Fusidium*
38 — *cymbiforme*
39 *Eunotia amphioxys*
40 — *bidens*
41 — *quinaria*
42 *Gallionella aurichalcea*
43 — *crenulata*
44 *Gomphonema Pupula*
45 *Himantidium Arcus*
46 — *Monodon*
47 *Meridion vernale*
48 *Navicula amphisbaena*
49 — *affinis*
50 — *gracilis*
51 *Navicula lineolata*
52 *Pinnularia borealis*
53 — *Dactylus*
54 — *gibba*
55 — *inaequalis*
56 — *Iridis*
57 — *Legumen*
58 — *nobilis*
59 — *Tabellaria*
60 — *viridis*
61 *Stauroneïs Baileyi*
62 — *gracilis*
63 *Synedra lunaris*
64 — *valens*
65 — *Ulna*
66 *Tabellaria trinodis.*

D. Nackte Räderthiere.

67 *Monocerca Rattus.*

E. Gepanzerte Räderthiere.

68 *Anuraea stipitata* 69 *Anuraea acuminata?*

Aufserdem befanden sich zwischen diesen selbstständigen mikroskopischen Organismen noch folgende characteristische kleine Pflanzen- und Thier-Fragmente:

F. Kieselerdige Pflanzentheile.

70 *Amphidiscus Martii*
71 — *Rotula*
72 *Lithodontium curvatum*
73 — *nasutum*
74 *Lithostylidium amphiodon*
75 *Spongilla Erinaceus*
76 — *lacustris.*

G. Weichhäutige Pflanzentheile.

77 *Pollen Pini* 78 *Pollen —?*

H. Kalkerdige Thier-Fragmente.

79 *Cyclopis testae fragmenta.*

Aus diesen sämmtlichen Beobachtungen ergiebt sich folgendes Verzeichnifs der in New-York ermittelten mikroskopischen Lebensformen:

A. Panzerlose, nackte Magenthierchen.

1 *Monas Termo* 2 *Trachelius trichophorus*

B. Weichschalige Magenthierchen:

a. Arcellina.

3 *Arcella constricta*
4 — *hyalina*
5* *Difflugia acanthophora*
6 — *oblonga?*

b. Closterina.

7* *Closterium amblyonema*
8* — *crenulatum*
9* — *Cucumis*
10 — *Lunula*
11 — *moniliferum*
12 — *Digitus?*
13 *Closterium setaceum*
14 — *striolatum*
15 — *tenue*
16 — *Trabecula*
17 — *turgidum.*

c. Desmidiacea.

18 *Arthrodesmus acutus*
19 — *quadricaudatus*
20 — *convergens*
21 *Desmidium aculeatum*
22 — *apiculosum*
23 — *glabrum*

24* *Desmidium eustephanum*
25 — *ramosum*
26* — *senarium*
27 — *Swartzii*
28 — *Tridens*
29* *Euastrum americanum*
30 — *ansatum*
31 — *crenulatum*
32 — *Crux melitensis*
33* — *carinatum*
34 — *margaritiferum*
35 — *Pecten*
36* — *Sol*
37 — *verrucosum*
38 *Hyalotheca cylindrica*
39 — *mucosa?*
40 *Micrasterias Boryana*
41 — *elliptica?*
42 — *heptactis*
43 — *Tetras*
44 — *tricyclia*
45 *Pentasterias margaritacea*
46 *Xanthidium aculeatum*
47* — *Arctiscon*
48* — *bisenarium*
49* — *coronatum*
50 — *fasciculatum.*

d. **Dinobryina.**

51 *Dinobryon sociale.*

e. **Peridinaea.**

52 *Peridinium cinctum?*

C. **Kieselschalige Magenthierchen.**

a. **Cryptomonadina.**

53* *Trachelomonas aspera.*

b. **Naviculacea.**

54** *Amphiprora navicularis*
55 *Amphora rimosa*
56 *Bacillaria paradoxa*
57* *Biddulphia? laevis*
58 *Cocconeïs finnica*
59 *Cocconema Arcus*
60 — *asperum*
61 — *cymbiforme*
62 — *Fusidium*
63 *Eunotia amphioxys*
64 — *bidens*
65 — *Diodon*
66 — *granulata*
67 *Eunotia Monodon*
68 — *parallela*
69* — *praerupta*
70 — *Octodon*
71 — *quinaria*
72 — *Decaodon*
73 — *Tetraodon*
74 — *Triodon*
75 — *ventralis*
76 — *Westermanni*
77 — *zebrina*
78 *Fragilaria rhabdosoma*
79 — *pinnata?*

80 *Gallionella aurichalcea*
81 — *crenulata*
82 — *distans*
83 — *moniliformis*
84 — *varians?*
85 — *sulcata*
86* *Gomphonema americanum*
87 — *apiculatum*
88 — *coronatum*
89 — *gracile*
90 — *nasutum*
91* — *Pupula*
92 — *subtile*
93 — *turgidum*
94* — *Turris*
95 *Himantidium Arcus*
96 — *Monodon*
97 *Meridion vernale*
98 *Navicula amphisbaena*
99 — *amphigomphus*
100* — *? americana*
101 — *alata*
102 — *Bacillum*
103 — *dilatata*
104 — *affinis*
105 — *gracilis*
106 *Navicula lineolata*
107 — *Silicula*
108 *Pinnularia amphioxys*
109* — *borealis*
110 — *Dactylus*
111 — *gibba*
112 — *inaequalis*
113* — *Iridis*
114 — *Legumen*
115 — *macilenta*
116 — *nobilis*
117* — *Sillimanorum*
118 — *suecica?*
119 — *Tabellaria*
120 — *viridis*
121 — *viridula*
122 *Stauroneïs Baileyi*
123 — *gracilis*
124 *Synedra lunaris*
125 — *spectabilis*
126* — *valens*
127 — *Ulna*
128 *Striatella arcuata?*
129 *Surirella splendida*
130 *Tabellaria trinodis.*

D. Nackte Räderthiere.

131 *Monocerca Rattus.*

E. Gepanzerte weichschalige Räderthiere.

132 *Anuraea acuminata?*
133 *Anuraea stipitata.*

F. Kieselerdige Pflanzentheile.

134 *Amphidiscus armatus*
135 — *Anchora*
136 — *Martii*
137 — *Rotula*
138 *Lithodermatium fasciatum*
139 *Lithodontium bicorne*
140 — *curvatum*
141 — *furcatum*

142	*Lithodontium nasutum*	147	*Spongolithis apiculata*
143	— *Rhombus*	148	— *aspera*
144	*Lithostylidium amphiodon*	149	— *inflexa*
145	*Spongilla Erinaceus*	150	— *mesogongyla.*
146	— *lacustris*		

G. Weichhäutige Pflanzentheile.

151	*Pollen Pini.*	152	*Pollen —?*

H. Kalkerdige Thier-Fragmente.

153 *Cyclopis testae fragmenta.*

Von den 1839 von mir verzeichneten Artnamen haben sich folgende verändert: *Eunotia Arcus* heifst nun *Himantidium Arcus, Navicula amphioxys, succica, viridis* und *viridula* sind als *Pinnulariae* aufgeführt, *Fragilaria trinodis* ist seitdem als *Tabellaria* abgesondert, *Gomphonema paradoxum* (*truncatum*) nun zu *G. turgidum* gezogen, *Spongia apiculata* ist als *Spongolithis* verzeichnet.

Unter den 133 selbstständigen Organismen, welche in 36 Genera gehören, sind 23 eigenthümliche Arten. Unter den 36 Generibus ist nur ein aufsereuropäisches.

Die 3 sehr characteristisch ausgezeichneten Räderthiere sind europäische Arten und Genera. Nur *Anuraea acuminata* könnte eine eigenthümliche Art sein, weil dem von mir beobachteten Exemplare die hintere Verdünnung des Panzers, der ganz rund war, abging, da aber diese Art auch bei uns den hintern Panzertheil oft durch Contraction und besonders beim Sterben durch Abplatten abstumpft, so habe ich Bedenken getragen einen besonderen Namen zu geben.

24. New-Yersey.

(40° N. B. 74-75° W. L. v. Gr.)

Von New-Yersey und Staten-Island sind durch Herrn Prof. Bailey seit 1842 2 jetzt lebende Infusorien-Formen bekannt, welche von Herrn Torrey demselben mitgetheilt worden sind. Sie sind beide nicht eigenthümlich und in der Abhandlung über die amerikanischen Bacillarien part. II. von ihm erwähnt und abgebildet:

1. Fig. 27. *Eunotia —?* = *Eunotia gibba*
2. Fig. 3. *Gallionella moniliformis* = *Gallionella moniliformis.*

Connecticut.

(41-42° N. B. 73° W. L. v. Greenw.)

Es sind mir aus Connectitut die Formen sehr zahlreich in 3 fossilen Lagern zugänglich geworden, deren Proben ich den Herren Silliman und Bailey verdanke.(1) Überdieſs hat Herr Bailey 1842 6 lebende Formen von Stonington beschrieben.

25. Andower, Connecticut.

Das fossile Infusorien-Lager oder der Kieselguhr von Town of Andower in Connecticut, von Herrn Bailey entdeckt, hat bisher 29 verschiedene Arten kieselerdiger Körperchen erkennen lassen nach folgendem Verzeichniſs:

A. Kieselschalige Infusorien.

1	*Cocconema cymbiforme*	12	*Pinnularia Dactylus*
2	*Eunotia bidens*	13	— *gibba*
3	— *Diodon*	14	— *macilenta*
4	— *nodosa*	15	— *nobilis*
5	— *praerupta*	16	— *Tabellaria*
6	— *tridentula*	17	— *viridis*
7	*Gallionella aurichalcea*	18	— *viridula*
8	*Gomphonema coronatum*	19	*Stauroneïs Baileyi*
9	— *gracile*	20	*Synedra scalaris?*
10	*Himantidium Arcus*	21	*Trachelomonas aspera*
11	— *gracile*	22*	— *areolata*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

23	*Amphidiscus Martii*	27	*Lithostylidium rude*
24	— *Rotula*	28	— *Serra*
25	*Lithostylidium amphiodon*	29	*Spongilla Erinaceus*
26	— *obliquum*	30	— *lacustris.*

Die Masse ist im trocknen Zustande dunkelgrau und bildet eine wenig zusammenhaltende sehr milde Erde, wie der Kieselguhr von Franzensbad.

---

(1) Das Schreiben und die Sendung des Herrn Silliman junior vom November 1838 hatte sich leider in England so verspätet, daſs ich die Sendung erst im October 1840 in Berlin erhielt.

Nach einer chemischen Analyse des Herrn Professor Shepard enthielt diese Masse in 100 Theilen

Kieselerde	64
Thonerde	5
Vegetabilische Stoffe (Kohle)	23
Wasser	7
	99

Die mikroskopische Analyse hat 22 Infusorien-Arten und 8 Pflanzen-Fragmente als Repräsentanten der Kieselerde erkennen lassen. Unter den Infusorien ist bisher nur 1 neue und eigenthümliche Form erkennbar gewesen, *Trachelomonas areolata*. Überhaupt ist diese Masse sehr reich an Formen der Gattung *Trachelomonas* und man kann mithin von ihr sagen, dafs sie zu einem ansehnlichen Theile aus Panzer-Monaden gebildet worden ist. Alle 9 Genera sind europäisch.

26. New-Haven, Connecticut.

Auch bei New-Haven hat Herr Prof. Bailey 1838 eine Infusorien-Erde entdeckt, die sich dadurch auszeichnet, dafs sie einen brennbaren Torf bildet. Die mir durch Herrn Prof. Silliman übersandte Probe dieses Torfes hat folgende 37 Arten feststellen lassen:

A. Kieselschalige Infusorien.

1	*Cocconeïs striata*	14	*Gallionella varians*
2	*Cocconema asperum*	15	*Gomphonema americanum*
3	— *cornutum*	16	— *coronatum*
4	— *cymbiforme*	17	— *gracile*
5	— *Fusidium*	18	— *lanceolatum*
6	*Eunotia biceps*	19	*Himantidium Arcus*
7	— *Diodon*	20	*Navicula Silicula*
8	— *granulata*	21	*Pinnularia decurrens*
9	— *gibberula*	22	— *Gastrum*
10	*Fragilaria biceps*	23	— *heteropleura*
11	— *? binodis*	24	— *inaequalis*
12	— *pinnata*	25*	— *porrecta*
13	*Gallionella distans?*	26	— *viridis*

27 *Staurosira construens* ⁝
28* — *pinnata*
29 *Tabellaria trinodis.*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

30 *Amphidiscus Martii*
31 — *Rotula*
32 *Lithodontium furcatum*
33 *Spongilla Erinaceus*
34 *Spongilla lacustris*
35 *Spongolithis Aratrum*
36 — *inflexa*
37 *Thylacium semiorbiculare.*

Unter den 29 Infusorien, welche diese Erde bildeten, sind nur 2 eigenthümliche Arten, das früher scheinbar eigenthümliche Genus *Staurosira* hat sich auch in Europa und Asien gefunden.

Bis auf einige Spongolithen, die aber auch im brakischen Wasser vorkommen oder Spongillen-Theile sein könnten, lassen sich alle Formen auf Süſswasserbildung beziehen.

Hervorzuheben ist die groſse Menge der *Staurosira construens*, deren überaus kleine Körperchen weit gröſsere Zahlenverhältnisse bei den Massenbildungen geben als *Gallionella distans* des Biliner Polirschiefers.

27. Stonington, Connecticut.

Herr Prof. Bailey erwähnt in seinem öfter angeführten Aufsatze von 1842 über die amerikanischen Bacillarien 6 Arten jetzt lebender Infusorien aus der Nähe von Stonington, die ich, den dort gegebenen Abbildungen nach, folgendermaſsen deute:

1 *Gallionella sulcata* = *Gallionella sulcata*
2 *Navicula —?* = *Pinnularia didyma*
3 — —? = *Cocconeïs finnica*
4 — *Sigma* = *Navicula Sigma*
5 *Bacillaria —?* = *Grammatophora oceanica?*
6 *Tessella Catena* = *Tessella Catena.*

Eigenthümliche Genera und Arten sind nicht dabei, aber 4, die beiden ersten und die beiden letzten, also die Mehrzahl, sind entschiedene Salzwasser-Formen.

28. Stratford, Connecticut.

Schon im Jahre 1838 hatte Herr Bailey auch bei Stratford in Connecticut eine fossile Infusorien-Erde oder Kieselguhr entdeckt, deren Probe mir mitgetheilt wurde. Ich habe diese Substanz nur als geglühte weiſse Erde

gesehen und darin bisher folgende 36 verschiedene Organismen als constituirende Theile erkannt, von denen *Eunotia Octodon, Decaodon* und *serrulata* schon 1840 in der kurzen Nachricht über die 274 neuen Infusorien-Species (s. d. Monatsberichte der Akademie) als mit schwedischen und finnländischen Arten übereinstimmend genannt worden sind.

A. Kieselschalige Infusorien.

1	*Cocconema cymbiforme*	14	*Himantidium Arcus*
2	*Eunotia monodon*	15	*Navicula amphigomphus*
3	— *Formica*	16	— *Bacillum*
4	— *Diodon*	17	— *dilatata*
5	— *Heptodon*	18	— *Silicula*
6	— *Octodon*	19	*Pinnularia dicephala*
7	— *Enneodon*	20	— *inaequalis*
8	— *Decaodon*	21	— *nobilis*
9	— *serrulata*	22	— *Tabellaria*
10	— *Hendecaodon*	23	— *viridis*
11	*Gallionella aurichalcea*	24*	*Stauroneïs pteroidea*
12	— *distans*	25	— *linearis*
13	*Gomphonema gracile*	26	*Tabellaria trinodis*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

27	*Amphidiscus armatus*	32	*Lithodontium nasutum*
28	— *Martii*	33	*Lithostylidium rude*
29	— *Rotula*	34	*Spongilla lacustris*
30*	*Lithodermatium biconcavum*	35	*Spongolithis philippensis*
31*	— *undulatum*	36*	— *tracheotyla.*

Unter den 26 Infusorien-Arten aus 9 Generibus ist kein eigenes oder neues Genus, auch ist von allen nur 1 Art neu und characteristisch. Auffallend sind die zahlreichen, meist vielzahnigen Eunotien, welche in 9 Arten ganz dieselben Formen sind, wie sie in Schweden und Finnland schon früher von mir beobachtet wurden, deren aber vielleicht einige zur Gattung *Himantidium* gehören.

Mit Ausnahme der *Spongolithis* sind alle bekannten Formen solche, welche im Süfswasser vorkommen.

Rhodes Island.

(41-42° N. B. 71° W. L. v. Greenw.)

In Rhodes Island hat Herr Owen Mason 1838 sowohl ein fossiles Infusorien Lager von grofser Ausdehnung (very abundant) bei Smithfield entdeckt, als auch Eisenocker bei Cranston gefunden und derselbe hatte bei der Stadt Providence mancherlei lebende Infusorien gesammelt. Von all diesen Gegenständen erhielt ich 1840 Proben durch Herrn Prof. Bailey in West-Point. Die specielle Untersuchung hat allmälig folgende Übersicht der Formen dieses Staates ergeben.

29. Providence in Rhodes Island.

Die bei Providence gesammelten Algen enthielten aufser der von Hrn. Bailey angezeigten *Meloseira nummuloides* (= *Gallionella lineata*) und mit derselben noch folgende entschieden jetzt dort lebende Formen:

A. Kieselschalige Infusorien.

1	*Achnanthes brevipes*	11	*Navicula amphioxys*
2	*Cocconeïs oceanica*	12	— *Bacillum*
3	— *Scutellum*	13	— *curvula*
4	*Eunotia cingulata*	14	— *Sigma*
5	*Gallionella lineata*	15	*Pinnularia didyma*
6	— *nummuloides*	16	— *nobilis*
7	*Gomphonema minutissimum*	17	— *viridis*
8	*Grammatophora oceanica*	18	*Stauroneïs phoenicenteron*
9	— *stricta*	19*	*Synedra gibba*
10	*Himantidium Arcus?*	20	*Tessella Catena.*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

21	*Spongolithis acicularis*	22	*Spongolithis aspera.*

Unter allen 20 Infusorien ist nur eine wohl eigenthümliche Art und sie gehören 12 europäischen Gattungen an. Viele dieser Formen sind nur als Salzwasser-Thierchen bekannt und in beiden Gallionellen, der *Achnanthes, Cocconeïs Scutellum, Navicula Sigma* und *amphioxys* und der *Synedra* war das eingetrocknete grüne Ovarium, als sicheres Zeichen des Lebens in der Jetztwelt, zu erkennen.

30. Smithfield, Rhodes Island.

Das sehr mächtige (oder ausgedehnte?) von Hrn. Owen Mason entdeckte fossile Infusorien-Lager bei Smithfield in Rhodes Island erlaubte mir bis jetzt folgende mikroskopische Analyse seiner Bestandtheile:

A. Kieselschalige Infusorien.

1 *Amphiprora navicularis*
2 *Cocconeïs finnica*
3 *Cocconema asperum*
4 — *cymbiforme*
5 *Eunotia Diodon*
6 — *praerupta*
7 — *Tetraodon*
8 — *ventralis*
9 — *zebrina*
10 *Gallionella aurichalcea*
11 — *crenulata*
12 *Gomphonema acuminatum*
13 — *americanum*
14 — *apiculatum*
15 — *clavatum*
16* — *Glans*
17 — *gracile*
18 — *rotundatum*
19 — *turgidum*
20 — *Turris*
21 *Himantidium Arcus*
22* *Himantidium bidens*
23 — *gracile*
24 *Navicula americana*
25 — *amphisbaena*
26 — *dilatata*
27 — *fulva*
28* *Pinnularia costata*
29 — *Dactylus*
30 — *dicephala*
31 — *inaequalis*
32 — *Legumen*
33 — *macilenta*
34 — *nobilis*
35 — *Tabellaria*
36 *Stauroneïs Baileyi*
37 — *pteroidea*
38 *Surirella splendida*
39 *Synedra spectabilis*
40 — *Ulna*
41 *Tabellaria trinodis.*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

42 *Amphidiscus Martii*
43 — *Rotula*
44* *Lithodermatium Ossiculum*
45 — *undulatum*
46 *Lithodontium furcatum*
47 — *nasutum*
48 *Lithostylidium amphiodon*
49 *Lithostylidium calcaratum*
50 — *obliquum*
51 — *rude*
52 — *Serra*
53 *Spongilla lacustris*
54 — *Erinaceus.*

Unter den 41 Infusorien von Smithfield, welche 14 Generibus angehören, ist kein eigenthümliches Genus und von den Speciebus sind die 3 mit Sternchen bezeichneten neu. Dieses fossile Lager enthält mithin so viele jetztlebende Formen, dafs es als ein Niederschlag der allerneuesten Oberflächen-Verhältnisse anzusehen ist. Alle bekannten Formen gehören dem Süfswasser an.

Massachusetts.

(41-43° N. B. 71-72° W. L. v. Gr.)

Die Kenntnifs der mikroskopischen Organismen des Staates Massachusetts ist durch Herrn Prof. Hitchcock zu einer grofsen Ausdehnung gelangt, indem dessen geognostische Untersuchungen im Jahre 1838 viele fossile Lager kennen lehrten. Dergleichen fanden sich nämlich bei Andower, Boston, Bridgwater, Pelham, Spencer und Worcester, wozu sich neuerlich, Herrn Bailey's Nachricht zufolge, noch ein Lager bei Wrentham gesellt hat. Von all diesen Punkten verdanke ich den Herren Hitchcock, Bailey und Silliman Proben. Nur die von Worcester ist zufällig zurückgeblieben. Auch eine lebende Form, *Pyxidicula operculata*, wird von Hrn. Bailey aus Massachusetts 1842 erwähnt. Das fossile Lager von Andower ist 15 Fufs mächtig, und zu dem von Worcester ist bemerkt, dafs es «very abundant» überaus reich sei. Das Lager von Bridgwater ist so stark Brennstoff-haltig, dafs es als Torf gebrannt wird, obschon es vorherrschend aus Infusorien-Schalen besteht. Speciellere Details sind mir über keines dieser Lager mitgetheilt worden, nur meldet Hr. Hitchcock, dafs sie überall in New-England unter dem Torfe gleichartig vorkommen, gerade wie es auch in Europa der Fall ist. Aus meinen Untersuchungen haben sich folgende Bestandtheile derselben ergeben.

31. Andower, Massachusetts.

Das 15 Fufs mächtige Lager von Infusorien-Erde bei der Stadt Andower in Massachusetts wurde 1838 von Herrn Prof. Hitchcock entdeckt und eine Probe davon mir von ihm selbst durch Herrn Silliman übersendet. Folgende Bestandtheile an kleinen organischen Formen haben sich bisher feststellen lassen:

A. Kieselschalige Infusorien.

1	*Cocconema cymbiforme*	3	*Eunotia? Monodon*
2	*Eunotia biceps*	4	— *parallela*

5	*Eunotia praerupta*	15*	*Pinnularia mesogongyla*
6	*Gallionella aurichalcea*	16	— *nobilis*
7	— *distans?*	17	— *Tabellaria*
8	*Gomphonema gracile*	18	— *viridis*
9	*Himantidium Arcus*	19	*Stauroneïs gracilis*
10	— *gracile*	20	— *pteroidea*
11	*Navicula amphigomphus*	21	*Synedra spectabilis*
12	— *dilatata*	22	— *Ulna*
13*	— *Trabecula*	23	*Trachelomonas? laevis.*
14	*Pinnularia dicephala*		

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

24	*Lithodermatium Ossiculum*	27	*Lithostylidium amphiodon*
25	*Lithodontium curvatum*	28	*Spongilla Erinaceus.*
26	— *nasutum*		

Die 23 Infusorien, welche 10 Generibus angehören, enthalten kein eig nes Genus und nur 2 eigne Arten. Alle Formen gehören zum Süfswasser. Die Farbe dieser Erde ist im trocknen Zustande bläulich aschgrau, die Cohärenz locker.

32. Boston, Massachusetts.

Herr Prof. Bailey sandte mir 1838 eine sehr kleine Erdprobe von grauer blafsbräunlicher Farbe, als von einer Torf-Wiese bei Boston in Massachusetts stammend (from a peat meadow near Boston Mass.). Die Erde ist mager und locker wie vorige. Folgende 46 organische dem blofsen Auge unerreichbar kleine Bestandtheile sind von mir darin entdeckt worden:

A. Kieselschalige Infusorien.

1	*Cocconema leptoceros*	10	*Gallionella aurichalcea*
2	*Eunotia biceps*	11	— *crenulata*
3	— *Diodon*	12	— *distans*
4	— *Faba?*	13	*Gomphonema gracile*
5	— *Formica*	14	*Himantidium Arcus*
6	— *parallela*	15	— *bidens*
7	— *praerupta*	16	— *gracile*
8	— *Tetraodon*	17	*Navicula ambigua*
9	*Fragilaria diophthalma?*	18	— *amphigomphus*

19	*Navicula amphioxys*	28	*Pinnularia viridis*
20	— *dilatata*	29	*Stauroneïs Baileyi*
21	— *Trabecula*	30	— *phoenicenteron*
22	*Pinnularia Dactylus*	31	*Staurosira amphilepta*
23	— *inaequalis*	32	*Synedra spectabilis*
24	— *Legumen*	33	— *Ulna*
25	— *mesogongyla*	34	*Tabellaria nodosa*
26	— *nobilis*	35	— *trinodis*
27	— *Tabellaria*	36	*Trachelomonas laevis?*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

37	*Amphidiscus armatus*	42	*Lithostylidium serpentinum*
38	— *clavatus*	43	— *obliquum*
39	— *Martii*	44	*Spongilla lacustris*
40	— *Rotula*	45	— *Erinaceus.*
41	*Lithodontium furcatum*		

C. Weichhäutige Pflanzentheile.

46 *Pollen Pini.*

Von diesen 46 mikroskopischen Körperchen gehören 36 zu den kieselschaligen polygastrischen Infusorien und zwar zu 12 verschiedenen Gattungen, die sämmtlich auch in Europa vorkommen. Neue, lokal ganz eigenthümliche Arten sind nicht unter ihnen, aber doch mehrere, die nicht in Europa vorgekommen.

Die ganze Ablagerung der Erde ist, den Formen nach, ein Product des süfsen Wassers.

33. Bridgwater, Massachusetts.

Von Bridgwater erhielt ich ein ansehnliches Stück, im trocknen Zustande bräunlich hellgrauer, sehr leichter Erde, wie sie daselbst ein Lager bildet. Sie ist von Prof. Hitchcock gesammelt worden und man bedient sich ihrer zur Feuerung wie Torf, des Rückstandes aber zum Poliren von Metall.

Verzeichnifs der constituirenden Formen:

A. Kieselschalige Infusorien:

1	*Amphora libyca*	3*	*Cocconeïs elongata*
2	*Biblarium? Follis*	4	— *finnica*

5 *Cocconema asperum*
6 — *cornutum*
7 — *cymbiforme*
8 — *gracile*
9 *Eunotia biceps*
10 — *Faba*
11 — *granulata*
12 — *ventralis*
13 — *Tetraodon*
14 — *Diadema*
15 — *Octodon*
16 — *Enneodon*
17 — *Decaodon*
18 *Fragilaria acuta*
19* — *diophthalma*
20 — *Entomon*
21 — *pinnata*
22 — *rhabdosoma*
23 *Gallionella aurichalcea*
24 — *crenulata*
25 *Gomphonema coronatum*
26* — *Cygnus*
27 — *Glans*
28 — *gracile*
29 — *subtile*
30 *Himantidium Arcus*
31 *Navicula affinis*
32 — *amphigomphus*
33 — *amphioxys*
34 — *amphisbaena*
35 — *biceps*
36 — *dilatata*
37 — *Fusidium*
38* — *gracilis*
39* — *Hitchcockii*
40 — *lineolata?*
41 — *Silicula*
42 *Pinnularia Dactylus*
43 — *gibba*
44 — *inaequalis*
45 — *isocephala*
46 — *nobilis*
47 — *viridis*
48 *Stauroneïs Baileyi*
49 — *linearis*
50 — *staurophaena*
51 *Stauroptera cardinalis*
52 *Surirella decora*
53 *Tabellaria biceps*
54 — *trinodis.*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

55 *Spongilla lacustris*
56 *Spongilla Erinaceus.*

Die zahlreichen Formen auch dieses Lagers enthalten unter den 15 Generibus, welchen sie angehören, kein eigenthümliches, und von den 54 Speciebus sind nur $\frac{1}{12}$ eigenthümliche Arten, nämlich die 4 mit Sternchen bezeichneten.

Übrigens läfst sich aus den constituirenden Formen wieder deutlich erkennen, dafs kein Salzwasser an dem Orte ist, wo diese Ablagerung statt gefunden hat.

34. Pelham, Massachusetts.

Herr Prof. Hitchcock fand diese Erde bei Pelham unter Torf und hat mir ein ansehnliches Stück übersendet. Sie gleicht dem Kieselguhr von Franzensbad in Böhmen an Cohärenz und Farbe zumeist. Die Mächtigkeit des Lagers ist nicht angegeben. Die Bestandtheile fand ich wie folgt:

A. Kieselschalige Infusorien.

1 *Amphiprora navicularis*
2 *Cocconema leptoceros*
3 *Eunotia biceps*
4 — *Monodon*
5* *Fragilaria? anceps*
6 *Gallionella aurichalcea*
7 — *crenulata*
8 — *distans*
9 *Gomphonema gracile*
10 *Himantidium Arcus*
11 — *bidens*
12 *Navicula dilatata*
13* *Pinnularia Amphiprora*
14 *Pinnularia costata*
15 — *inaequalis*
16 — *Legumen*
17 — *nobilis?*
18 — *viridis*
19 *Stauroneïs phoenicenteron*
20* — *platystoma*
21 *Stauroptera cardinalis*
22 *Synedra spectabilis*
23 — *Ulna*
24 *Tabellaria biceps*
25 — *trinodis.*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

26 *Amphidiscus Rotula*
27 *Spongilla lacustris.*

Es sind unter den 25 Arten von Infusorien, welche das Lager bei Pelham bilden, nur 3 eigenthümliche, alle übrigen und sämmtliche 13 Genera, denen diese Formen angehören, sind weiter verbreitet.

Auch dieses Lager gehört, den es zusammensetzenden Formen nach, zu den Süfswasser-Gebilden.

35. Spencer, Massachusetts.

Von Spencer in Massachusetts erhielt ich durch Herrn Prof. Hitchcock 2 ansehnliche Stücke eines sehr weifsen Kieselguhrs von der Cohärenz und Farbe einer lockern Schreibkreide, aber bei sehr viel gröfserer Leichtigkeit. Ob diese weifse Farbe natürlich, oder durch Glühen erzeugt ist, blieb bei mir im Zweifel, auch ist die Mächtigkeit des Lagers nicht angegeben, nur bezieht sich offenbar darauf die Bemerkung, dafs alle diese Lager unter Torf

vorkommen. Dafs die weifse Farbe künstlich erzeugt sei, möchte ich, obwohl sie eben so leicht natürlich sein könnte, daraus schliefsen, weil diese Erde von Herrn Hitchcock chemisch analysirt worden ist. Andererseits könnte sie von ihm gerade auch deshalb analysirt worden sein, weil sie von natürlich weifser Farbe und mithin in gröfserer Reinheit sich vorfand. Die beigefügte chemische Analyse des Herrn Hitchcock giebt folgende Bestandtheile an

Wasser. . . .	10.00
Kieselerde . .	86.46
Thonerde . .	2.96
Mangan-Oxyd	0.28
Talkerde . . .	0.30
	100.00

Die mikroskopische Analyse hat mir folgende organische Bestandtheile zur Kenntnifs gebracht:

A. Kieselschalige Infusorien.

1	*Amphiprora navicularis*	11	*Himantidium bidens*
2	*Cocconema asperum*	12	*Navicula amphioxys*
3	— *leptoceros*	13	*Pinnularia costata*
4	*Eunotia amphioxys*	14	— *Dactylus*
5	— *praerupta*	15	— *inaequalis*
6	*Fragilaria pinnata*	16	*Stauroneïs Baileyi*
7	— *rhabdosoma*	17	— *pteroidea*
8	*Gallionella aurichalcea*	18	*Surirella Craticula*
9	*Gomphonema americanum*	19	*Synedra spectabilis.*
10	*Himantidium Arcus*		

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

20	*Lithodontium curvatum*	22	*Lithostylidium amphiodon*
21	— *nasutum*	23	— *crenulatum.*

C. Kalkschalige Polythalamien.

24 *Rotalia globulosa.*

Obwohl alle 19 Infusorien Süfswasserformen sind, und obwohl die 4 kieselerdigen Pflanzentheile offenbar Theile von Landpflanzen sind, so entscheidet doch die einzige *Rotalia globulosa* darüber, dafs entweder ein Kreide-

fels in der Nähe sein oder gewesen sein muſs, oder daſs das Lager dicht am Meere gelegen ist, denn diese letztere Form ist ein entschiedenes Seethierchen. Der vorherrschenden vielen Süſswasserformen halber muſs man wohl die Ablagerung dann als eine brakische vorläufig bezeichnen.

Alle Arten und Genera sind den schon früher aus andern Punkten Nord-Amerikas verzeichneten gleich, viele sind europäisch.

36. Worcester, Massachusetts.

Unter einer Torfschicht bei Worcester findet sich eine Infusorien-Erde in überaus groſser Menge. Diese mir von Herrn Prof. Bailey zugekommene Nachricht sollte von einer Probe begleitet sein, allein die Probe scheint beim Verpacken liegen geblieben zu sein, und so ist denn die Nachricht über die Lokalität und den Reichthum allein hier anzumerken.

37. Wrentham, Massachusetts.

Ich erhielt im Jahre 1842 von Herrn Bailey unter anderen oben erwähnten Erdproben auch eine kleine Probe einer weiſsen Erde von Wrentham in Massachusetts. Ob der Übersender selbst oder ein Anderer sie entdeckt, wie mächtig und verbreitet sie ist und wie sie vorkommt, ist nicht bezeichnet. An schneeweiſser Farbe gleicht sie der Lüneburger Erde von Oberohe. Ich habe als Bestandtheile folgende 33 organische Formen in ihr ermittelt:

A. Kieselschalige Infusorien.

1	*Eunotia biceps*	8	*Pinnularia macilenta*
2	*Gallionella distans?*	9	— *nobilis*
3	*Himantidium Arcus*	10	— *viridis*
4*	— *Monodon*	11	*Stauroneïs phoenicenteron*
5	*Navicula dilatata*	12	*Trachelomonas aspera*
6	*Pinnularia Dactylus*	13*	— *granulata*
7	— *gibba*	14	— *Pyrum.*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

15	*Amphidiscus armatus*	19	*Lithodermatium Ossiculum*
16	— *Martii*	20	*Lithodontium furcatum*
17	— *Rotula*	21	— *platyodon*
18	*Lithodermatium biconcavum*	22	— *rostratum*

23	*Lithostylidium amphiodon*	29	*Spongolithis apiculata*
24	— *calcaratum*	30	— *aspera*
25	— *obliquum*	31	— *mesogongyla*
26	— *quadratum*	32	— *Monile*
27	— *rude*	33	— *setosa?*
28	— *serpentinum*		

Von den 14 Infusorien, als alleinigen selbstständigen Organismen dieser kleinsten Bestandtheile sind 2 eigenthümlich, aber die 7 Genera, denen alle 14 Formen angehören, sind sämmtlich allgemein verbreitet.

Den zahlreich beigemischten Spongolithen zufolge, wenn diese nicht Spongillen-Theile unbekannter Süfswasser-Formen sind, ist diese Erde eine mit Seewasser in Berührung gekommene Bildung. Unter den Infusorien sind aber keine kekannten Seethiere.

Auffallend sind wieder die überaus zahlreichen Panzer-Monaden dieser Erdart, wie in der Erde von Andower.

Überdiefs hat Herr Prof. Hitchcock auch 3 sehr auffallend unter sich verschiedene Arten von Eisenocker aus Massachusetts zu meiner Ansicht gebracht, die jedoch sämmtlich schon in das unorganische Formenreich übergegangen sind, wenn sie auch vielleicht einst in organischen Verhältnissen gebunden waren. Es sind ein blafsgelber, ein hochgelber und ein ziegelrother. Der blafsgelbe ist von Newbury, der hochgelbe von Bradford und der ziegelrothe von Marlborugh. Dem äufsern und innern Ansehen nach sind diese Ocker sämmtlich aus Tertiär-Lagern. Sie können leicht durch *Gallionella ferruginea* erzeugt worden sein, jedoch war diese Form selbst nicht mehr darin erkennbar. Vielleicht sind die kleinen Kieselschalen in den feinen Kieselsand umgeändert, welcher diese Ocker erfüllt.

Maine.

(44° N.B. 70° W.L. v. Greenw.)

Aus dem Staate Maine sind mir durch Herrn Bailey 2 Erdarten übersendet worden, welche 2 fossilen Infusorien-Lagern angehören, die Herr Dr. Charles T. Jackson 1838 daselbst entdeckt hat. Beide finden sich in der Nähe von Blue Hill Pond.

Da beide Lager wahrscheinlich in eigenthümlichen Lokalitäten vorkommen, so habe ich vorgezogen, die von mir vorgenommene mikroskopische Analyse beider gesondert zu halten und sie mit I und II zu bezeichnen.

38. Blue Hill Pond, Maine I.

Die Farbe und Cohärenz dieser Erde ist der lockern Schreibkreide ähnlich, sehr weifs und leicht. Folgende 39 organische Bestandtheile haben sich darin als ihre constituirenden Elemente erkennen lassen:

A. Kieselschalige Infusorien.

1 *Cocconema cymbiforme*
2 *Eunotia Formica*
3 — *parallela*
4 — *praerupta*
5 — *Tetraodon*
6 *Gallionella aurichalcea*
7 — *distans*
8 *Gomphonema gracile*
9 — *Pupula*
10 — *Turris?*
11 *Himantidium Arcus*
12 — *bidens*
13 *Navicula amphigomphus*
14 — *dilatata*
15* — *Formica*
16 — *Silicula*
17 *Pinnularia Dactylus*
18 — *decurrens*
19 — *dicephala*
20 — *gibba*
21 — *inaequalis*
22 — *Legumen*
23 — *macilenta*
24 — *nobilis*
25 — *viridis*
26 *Stauroneïs Baileyi*
27 *Synedra spectabilis*
28 — *Ulna*
29 *Tabellaria nodosa*
30 — *trinodis*
31 *Trachelomonas Pyrum.*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

32 *Amphidiscus armatus*
33 — *Martii*
34 — *Rotula*
35 *Lithodontium furcatum*
36 *Lithostylidium amphiodon*
37 *Spongilla Erinaceus*
38 — *lacustris*
39 *Spongolithis aspera.*

Unter den 31 Infusorien, welche 11 Generibus angehören, ist nur eine lokal eigenthümliche Form als neue Species eines bekannten Genus. Alle Genera sind schon bekannt, und alle Formen bezeugen, dafs die Bildung jenes Erdlagers den süfsen Gewässern angehört.

39. Blue Hill Pond, Maine II.

Auch diese Erde ist kreideartig, sehr weifs und sehr leicht. Ich habe folgende organische Elemente ermittelt:

A. Kieselschalige Infusorien.

1	*Cocconeïs finnica*	18	*Navicula alata*
2	*Cocconema cymbiforme*	19	— *amphigomphus*
3	— *lanceolatum*	20	— *dilatata*
4	— *leptoceros*	21	— *obtusa*
5	*Eunotia amphioxys*	22	— *Trabecula*
6	— *biceps*	23	*Pinnularia Dactylus*
7	— *Diadema*	24	— *decurrens*
8	— *Tetraodon*	25*	— *Gigas*
9*	— *uncinata*	26	— *inaequalis*
10	— *ventralis*	27	— *macilenta*
11	*Gallionella crenulata?*	28	— *nobilis*
12	— *distans*	29	— *viridis*
13*	— *lirata*	30	*Stauroneïs Baileyi*
14	*Gomphonema coronatum*	31	— *pteroidea*
15	— *gracile*	32	— *staurophaena*
16	*Himantidium Arcus*	33	*Surirella oblonga*
17	— *Monodon?*	34	— *splendida.*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

35	*Amphidiscus Rotula*	40*	*Spongolithis herculeana*
36	*Spongilla lacustris?*	41*	— *Palus*
37*	*Spongolithis Crux*	42	— *philippensis*
38	— *fistulosa*	43*	— *ramosa*
39*	— *St. Andreae*	44	— *setosa.*

Diese Erde ist von der vorigen durch die sehr zahlreichen Surirellen und besonders durch eigenthümliche zahlreiche Spongolithen sehr ausgezeichnet und mufs daher einer andern und eigenthümlichen Lokalität angehören. Es tritt hier wieder die Schwierigkeit der Beurtheilung hervor, dafs scheinbare See-Spongolithen mit reinen Süfswasser-Infusorien vereint vorkommen, und man sich fragen mufs, warum, wenn die Bildung eine marine war, sind keine *Coscinodisci, Actinocycli* u. s. w. dabei? Vorläufig ist es

daher wohl als eine brakische Bildung zu betrachten, die in der Nähe des Meeres noch einige Schwamm-Arten in Gesellschaft hatte.

Neue und eigenthümliche Arten sind unter den 34 Infusorien nur 3 aus bekannten Generibus, wie denn sämmtliche 34 Arten 10 bekannten Gattungen angehören.

Die beiden fossilen Lager von Maine enthalten 49 Infusorien-Arten und 16 Pflanzenfragmente. Beiden gemein sind nur 13 von den 49 Infusorien-Arten und nur 2 von den 16 Pflanzenfragmenten. Das Lager No. 1 enthält 17 Infusorien-Arten die im Lager No. 2 bisher nicht erkannt wurden und 6 Pflanzentheile des Festlandes. Dagegen enthält das Lager No. 2 20 andere Infusorien und 8 Pflanzentheile, namentlich Spongolithen, letztere vermuthlich des Salzwassers.

Herrn Bailey's Nachrichten zufolge hat man in Maine schon seit längerer Zeit die Erde No. 1 zu leichten gebrannten Ziegeln benutzt, natürlich ohne zu wissen, daſs es Infusorien-Schalen waren, durch welche Kenntniſs es nun möglich geworden, das scheinbar lokale Material überall aufzufinden.

40. Neu-Fundland, Terre neuve. Tafel IV.

(47-51° N.B. 53-59° W.L. v. Greenw.)

Aus Erd-Theilchen, welche einem *Scirpus ellipticus* von Neu-Fundland noch anhingen, die ich von Herrn Prof. Kunth erhielt, haben sich folgende neufundländische dort jetzt lebende mikroskopische Organismen ermitteln lassen:

A. Kieselschalige Infusorien.

1 *Achnanthes brevipes*
2 *Cocconema cymbiforme*
3 — *lanceolatum?*
4 — *leptoceros*
5 *Eunotia biceps*
6 — *Faba*
7 — *Serra?*
8 — *Triodon*
9 *Fragilaria rhabdosoma*
10 *Gallionella distans*
11 — *granulata*
12 *Gomphonema gracile*
13 *Himantidium Arcus*
14 *Navicula affinis*
15 — *lineolata*
16 *Pinnularia macilenta*
17* *Stauroptera Achnanthes*
18 *Staurosira construens*
19 — *amphilepta*
20 *Surirella bifrons*
21 *Tabellaria trinodis.*

B. Weichschalige Magenthierchen.

22* *Arcella lunata.*

C. Kieselerdige Pflanzentheile.

23	*Amphidiscus armatus*	25	*Spongilla Erinaceus.*
24	*Spongilla lacustris*		

Unter den 21 Infusorien aus 13 Generibus sind 2 neue Arten, aber kein eigenes Genus. Bis auf die *Achnanthes* sind alle bekannten Arten Süfswasserformen, diese aber bezeichnet, dafs an dem Orte, wo der *Scirpus* wuchs, sich ein brakisches Wasser befunden hat.

Auf Tafel IV sind 2 Formen abgebildet.

41. Okak auf Labrador. Tafel IV.

(57° N.B. 63° W.L. v. Greenw.)

Unterm 10. Juni 1841 (s. d. Monatsbericht) wurden der Akademie nachträglich die hier weiter auszuführenden Mittheilungen über mikroskopische Organismen aus Labrador gemacht. Der durch seine Reise nach Island bekannte und verdiente Naturforscher Dr. Thienemann in Dresden hatte mir Erdproben von Labrador zugesandt, die sich an Laubmooswurzeln und an Wurzeln der *Hippuris vulgaris* erhalten hatten. Die Erde der Mooswurzeln war am reichhaltigsten an dort lebenden Formen, von welchen schon damals von mir 51 Arten namentlich aufgeführt wurden, die nun hier nach der neuern systematischen Anordnung und nach neuen Untersuchungen revidirt und vermehrt folgen.

A. Kieselschalige Infusorien.

1	*Amphora libyca*	12	*Eunotia parallela*
2*	*Cocconema acutum* (*Lunula*)	13	— *praerupta*
3	— *asperum*	14*	— *septena*
4	— *gracile*	15	— *Tetraodon*
5	*Eunotia amphioxys*	16	— *Triodon*
6	— *biceps*	17	— *uncinata*
7	— *Camelus*	18	*Fragilaria binodis*
8	— *Diadema*	19	*Himantidium Arcus*
9	— *Diodon*	20	— *bidens*
10	— *Faba*	21	— *gracile*
11*	— *Hexaodon*	22	— *Monodon*

23 *Navicula affinis* (*ceratostigma*)
24 — *dilatata*
25 — *dirhynchus*
26* — *leptogongyla*
27 — *lineolata*
28* — *mesolepta*
29* — *mesotyla*
30 — *Semen*
31 — *Silicula*
32 *Pinnularia dicephala*
33 — *gibba*
34 — *heteropleura* (*inaequalis*)
35 — *macilenta*
36* *Pinnularia pachyptera*
37 *Stauroneïs birostris* (*ceratogramma*)
38 — *phoenicenteron* (*crucigera*)
39 *Stauroptera aspera*
40 — *Isostauron*
41 — *Microstauron*
42* — *scalaris*
43 *Striatella arcuata*
44 *Synedra Ulna*
45 *Tabellaria biceps*
46* — *Gastrum*
47 — *trinodis*.

B. Weichschalige Infusorien, Magenthiere.

48* *Arcella disphaera*
49 — *hyalina*
50 *Closterium striolatum?*
51* *Difflugia Lagena*
52 — *oblonga*.

C. Kieselerdige Pflanzentheile.

53 *Lithostylidium Serra*.

Unter den 52 Infusorien aus Labrador sind 12, mithin fast $\frac{1}{4}$, eigene Arten, aber von den 14 Generibus ist keins eigenthümlich.

Die meisten Formen gehören dem Süſswasser an, allein *Striatella arcuata* und *Stauroptera aspera* sind entschiedene Seethierchen, weshalb denn ein brakischer neuer Meeresabsatz jenen Moosen und Hippuris-Pflanzen zur Grundlage gedient hat.

In dem 1841 gedruckten Verzeichniſs sind einige Namen derselben Körper verschieden von den jetzigen, was auf genauerer Erkenntniſs derselben bei der stattgehabten Revision und veränderter Systematik beruht. Sie sind hier daneben gestellt. Die meisten sind gleich geblieben.

Island.

(63-67° N.B. 20° W.L. v. Greenw.)

Die erste aus Island bekannt gewordene Form ist *Isthmia obliquata*, welche mein Freund, Dr. Thienemann, 1821 von dort mitgebracht und deren ich 1838 in dem gröſsern Infusorien-Werke Meldung gethan habe.

Ganz besonders reichhaltig war aber die spätere Ausbeute an isländischen kleinsten Organismen, die sich aus Torf-Erde und Meeres-Pflanzen ergaben, welche mir derselbe gelehrte Reisende 1841 auf meine Bitte zusendete.

Ein Verzeichnifs von 48 Arten isländischer mikroskopischer Körper ist bereits 1841 im Juni, als Auszug der Fortsetzung dieses Vortrages, in den Monats-Berichten der Akademie abgedruckt worden, welches hier mit geringen, durch die neue Überarbeitung bedingten Veränderungen in Übersicht gebracht wird. Ich halte für zweckmäfsig, die Land- und Süfswasser-Formen, wie sie getrennt vorkommen, auch hier von den See-Formen zu trennen.

42. Husavic auf Island.

Auf meine Anfrage, ob Herr Dr. Thienemann nicht eine Probe des torfigen Brennmaterials der Isländer, an Pflanzenwurzeln anhängend, mitgebracht habe, erhielt ich von demselben alsbald dieses Brennmaterial selbst in einem Stücke zugesendet, wie es bei Husavic gewonnen wird. Von solchem isländischen, im Lande als Brennmaterial höchst wichtigen Torfe spricht Hr. Thienemann 1827 in seiner Reisebeschreibung pag. 132 und 364, wo auch die Pflanzen genannt sind, welche seiner Meinung nach, den Brennstoff liefern: *Comarum palustre, Geum rivale, Menyanthes trifoliata, Betula nana* und mehrere *Carex* und *Juncus*-Arten. Dieser Torf ist nun, meinen Untersuchungen nach, von einer überaus grofsen Menge von kieselschaligen Infusorien erfüllt. Folgende 44 Formen, von denen nur 36 im Monatsberichte 1841 pag. 204 namhaft gemacht wurden, haben sich bis jetzt erkennen lassen:

A. Kieselschalige Infusorien.

1	*Amphiprora navicularis*	11	*Eunotia gibba*
2	*Amphora libyca*	12	— *praerupta*
3	— *rimosa* (*hyalina*)	13	— *Textricula*
4*	*Cocconeïs borealis*	14	— *zebrina*
5*	— *longa*	15	*Fragilaria pinnata* (*striolata*)?
6	— *Placentula*	16	— *diophthalma*
7	*Cocconema asperum*	17	— *rhabdosoma*
8	*Eunotia amphioxys*	18	*Gallionella crenulata*
9	— *Diodon*	19	— *distans*
10	— *granulata*	20	*Gomphonema americanum*

21 *Gomphonema gracile* (*longiceps*)
22 — *laticeps* (*acuminatum*)
23 — *Pupula*
24 — *truncatum*
25 *Himantidium bidens*
26 *Navicula amphisbaena*
27 * *Pinnularia aequalis*
28 — *amphioxys*
29 — *Gastrum*
30 — *Legumen*
31 *Pinnularia nobilis*
32 — *viridis*
33 * *Stauroneïs liostauron*
34 — *pteroidea*
35 *Stauroptera cardinalis* (*microstauron*)?
36 *Surirella splendida?*
37 *Synedra Ulna*
38 *Tabellaria trinodis.*

B. Weichschalige Magenthiere.

39 *Arcella hyalina.*

C. Kieselerdige Pflanzentheile.

40 *Lithostylidium amphiodon*
41 — *crenulatum*
42 — *polyedrum*
43 *Lithostylidium rude*
44 *Thylacium semiorbiculare.*

Von den 39 polygastrischen Thierchen sind nur 4 und von den 17 Generibus, welchen sie angehören, keins eigenthümlich.

Diese ganze Torfbildung ergiebt sich überdiefs, auch den mikroskopischen Characteren nach, als eine reine Süfswasserbildung, in welcher nicht einmal Spongolithen erkannt worden sind, und da nach Hrn. Thienemann diese Torfbildung eine sich jährlich fortsetzende ist, so müssen auch die eingestreuten mikroskopischen Formen, obschon sie keine Structur-Details erkennen liefsen, jetztlebende sein.

43. Reikiavic, Island.

Aus dem Meere bei Reikiavic hatte Herr Dr. Thienemann schon die *Isthmia obliquata* selbst beobachtet. An See-Algen, die er mitgebracht und mir zusendete, sind dann 1841 12 jetzt lebende Formen von mir beobachtet und namhaft gemacht worden. Diese 12 mikroskopischen Organismen des isländischen Nordmeeres sind:

Kieselschalige Infusorien.

1 *Cocconeïs Scutellum*
2 *Denticella aurita?* (*an Biddulph.?*)
3 *Gomphonema clavatum*
4 *Gomphonema minutissimum*
5* *Grammatophora islandica*
6 *Navicula obtusa*

7	*Podosira moniliformis*	10	*Striatella arcuata*
8	*Podosphenia cuneata?*	11*	— *Thienemanni*
9	*Stauroptera aspera*	12	*Synedra fasciculata?*

Sämmtliche 12 Seethierchen gehören 10 Generibus an, von denen 1 (*Podosira*) Amerika eigenthümlich, aber auch im Ocean bei Peru einheimisch ist. Zwei Arten bekannter Gattungen sind bis jetzt als characteristisch für Island anzusehen, und diese sind mit Sternchen bezeichnet.

44. Kotzebue's Sund. Tafel IV.

(67° N.B. 164° W.L. v. Greenw.)

Aus den Wurzeln der *Parnassia Kotzebuei,* welche mein verstorbener Freund und College, Adalbert v. Chamisso, vom Kotzebue Sunde mitgebracht hat, und deren Exemplare im Königl. Herbario aufbewahrt werden, entnahm der Botaniker Herr Philippi etwas Erde, die er mir in einem zu diesem Behuf ihm übergebenen Reagenzgläschen sorgfältig verwahrt gefälligst zur Untersuchung übergab. Es haben sich darauf folgende Formen jener Erdgegend als dort jetzt lebend anschaulich machen lassen:

A. Kieselschalige Magenthierchen.

1	*Eunotia amphioxys*	5	*Navicula Bacillum*
2	*Fragilaria rhabdosoma*	6*	*Pinnularia borealis*
3	*Gallionella distans?*	7	— *inaequalis*
4	*Navicula affinis*	8	— *viridis.*

C. Weichschalige Magenthierchen.

9	*Arcella constricta?*	11	*Difflugia areolata.*
10	— *hyalina*		

C. Kieselerdige Pflanzentheile.

12	*Lithodontium furcatum*	15	*Lithostylidium polyedrum*
13*	— *scabrum*	16	— *rude.*
14	*Lithostylidium amphiodon*		

Auch im hohen Norden des Kotzebue Sundes enthält hiernach selbst ein so kleines Erd-Körnchen, wie mir zu untersuchen gestattet war, eine ansehnliche Reihe von unsichtbaren Lebensformen. Von den 11 Infusorien aus 7 bekannten Generibus ist zwar nur 1 Art neu, aber hinreichendes Interesse gewährt schon die Kenntnifs der Verbreitung jeder einzelnen die Erdoberfläche so dicht erfüllenden Form. Alle die verzeichneten Körperchen

sind übrigens Land- und Süſswasser-Gebilde. Schlieſslich reiht sich noch ein letzter Punkt Amerika's an:

45. Spitzbergen. Tafel IV.

(79° N. B. 342° W. L. v. Greenw.)

Durch Herrn Dr. Thienemann erhielt ich nämlich 1841 auch etwas Seeschlamm vom Meeresgrunde bei Spitzbergen, den ich mit groſser Sorgfalt und Spannung, theils der hohen nördlichen Breite, theils auch der Tiefe halber, aus welcher er unter der Meeresfläche hervorgehoben worden, untersucht habe. Er war nicht sehr reich an deutlich erhaltenen mikroskopischen Formen, doch haben sich deren 9 ermitteln und systematisch feststellen lassen.

A. Kieselschalige Infusorien (Magenthierchen).

1 *Coscinodiscus Patina?*
2 *Stauroptera aspera*
3 *Synedra Ulna.*

B. Kieselerdige Pflanzentheile.

4 *Spongolithis acicularis.*

C. Kalkschalige Polythalamien.

5* *Nonionina arctica*
6* *Rotalia borealis*
7 *Triloculina trigonula*
8* *Uvigerina? borealis.*

C. Kalkschalige Annulaten.

9* *Serpula? Discus.*

Unter den 3 Infusorien aus 3 Gattungen ist keine neue und eigenthümliche Art noch Gattung, wohl aber sind mehrere neue Arten bekannter Gattungen unter den Polythalamien, die freilich wieder, selbst aus den uns nahen Meeren, noch wenig untersucht und bekannt sind.

Mit diesen 45 amerikanischen Lokalitäten ist aber das Bereich der mir bis heute bekannten kleinsten Lebensformen in Amerika und ihres Einflusses noch bei weitem nicht abgeschlossen. Sie betreffen ganz vorherrschend und fast ausschlieſslich nur die kieselschaligen Organismen. Aber auch die kalkschaligen kleinsten Organismen haben eine ansehnliche, ja sogar eine höchst bedeutende Verbreitung und Entwickelung in Amerika schon gezeigt. Ich

habe bereits unterm 16. Juni 1842([1]) Mittheilungen über die sehr grofseVerbreitung des mikroskopischen Lebens als Felsmassen im centralen Nord-Amerika gemacht, welche die Kalkfelsbildungen betrafen und die ich hier nur noch berühren und in das allgemeine Bild summarisch aufnehmen kann.

Schon durch Herrn Alexander von Humboldt's Bemühungen auf seinen Reisen waren entscheidende Materialien an Versteinerungen und Beobachtungen seit dem Anfange dieses Jahrhunderts nach Berlin gekommen, welche erkennen liefsen, dafs es in den Andes-Gebirgen eine bedeutende Verbreitung der geologischen Kreideformation gebe. Durch Herrn Mortons([2]) synoptische Zusammenstellung der Kreide-Versteinerungen aus den Vereinigten Staaten erweiterte sich die Erkenntnifs dieser geologischen Bildung von New-Yersey bis zum Missouri-Gebiet und Herr Leopold v. Buch hat dieses in seinem 1839 in französischer Sprache erschienenen Prachtwerke über die von Herrn v. Humboldt mitgebrachten Versteinerungen([3]) nur auf das Entschiedenste bestätigt, so dafs in den Andes-Gebirgen der Aequatorial-Gegenden, sowie von New-Yersey bis zum Missouri-Gebiete, wie er sich ausdrückt, die Kreideformation ganz überwiegend und in einer riesenhaften Entwickelung auftritt.

Seitdem der Akademie 1838 mitgetheilt worden war, dafs mit Hülfe einer besondern Beobachtungs-Methode es gelänge, die sämmtlichen Schreibkreiden und auch viele dichte Kalkfelsen der Kreide als Zusammenhäufung unsichtbar kleiner Polythalamien zu erkennen, ist diese Methode auch seit 1841 oder 1842 in Nord-Amerika von Herrn Bailey auf die dortige Kreide angewendet worden, und auch dort hat sich, brieflichen Nachrichten zufolge,

---

([1]) S. d. monatlichen Berichte der Berl. Akad. d. Wissensch. 1842. pag. 187.

([2]) Morton Synopsis of the organic remains of the cretaceous group of the United states. Philadelphia 1834.

([3]) Petrifications recueillies en Amérique par Mr. Alexandre de Humboldt et par Mr. Charles Degenhardt, décrites par Leopold de Buch. Berlin 1839.

Es heifst darin pag. 2. — Neithea (section des Peignes) — qui toute entière est particulière à la formation de la craye même en Amérique, ou le Pecten quinquecostatus de cette section se trouve tout le long de la formation crayeuse depuis le New-Yersey jusqu'à la province d'Alabama et du Missouri. — Or la collection de Mr. de Humboldt et ses observations prouvent — que dans les montagnes des Andes équatoriales la formation crayeuse est tout à fait préponderante et developpée sur une echelle gigantesque.

dasselbe Resultat ergeben. Die mir von Herrn Bailey 1842 zur weitern Vergleichung und Bestimmung der einzelnen Formen übersandten Proben der Kalkfelsen vom Missouri und Mississippi wie von New-Yersey haben jeden Zweifel über diesen so überaus grofsen Einflufs des unsichtbar kleinen Lebens beseitigt, der nun als eine wissenschaftlich feste Thatsache zu betrachten und bei übersichtlichen Darstellungen der geognostischen Verhältnisse der Erde, besonders der Entwickelung der Erdoberfläche im ganzen centralen Nord-Amerika, nothwendig zu berücksichtigen ist.

Alle Einzelnheiten der neu gewonnenen reichen Resultate dieser Untersuchungen hier anzugeben würde zu weit führen, und da ich Gelegenheit habe in dem gröfsern Werke, welches sich jetzt zum Abschlufs vorbereitet, die Details auch dieser Verhältnisse, sammt Abbildungen, vergleichend mit allen Kreidegebilden von Europa, Afrika und Asien mitzutheilen, so beschränke ich mich auf die allgemeinere Anzeige. Nur sei hier bemerkt, dafs viele der europäischen Kreide-Polythalamien sich in Afrika, Asien und Amerika gleichartig finden, einige sind aber ganz lokal. Zu diesen gehört die *Textilaria americana*, deren erste und unterste Zellen rund sind, deren oberste gröfste Zellen aber immer warzenartiger, länger und spitzer werden und zuletzt in einen Stachel auslaufen. Diese Form bildet fast die Hauptmasse der Kreide am obern Missouri. Ob Feuersteine oder deren Aequivalent, Kreidemergel von See-Infusorien, dort in der Kreide gefunden worden, ist noch nicht gemeldet und sehr wünschenswerth zu ermitteln. Vgl. Richmond Virg.

IV. Alphabetische Übersicht aller beobachteten und eigenthümlichen Formen.

Um das Auffinden der Formen in den verschiedenen Lokalitäten zu erleichtern, ist die folgende Übersicht aller amerikanischen Gattungen und Arten zusammengestellt worden:

A. Polygastrica, Magenthierchen:

I. 1	*Achnanthes brevipes*	Peru, Real del monte Mexico, Providence Rhodes Island, Neufundland. — Figur Tafel I. III. 13.
2	— **pachypus*	Maluinen I., Chile, Peru, Cuba I. Vera

				Cruz Mexico. — Fig. T. I. i. 16. I. ii. 28. I. iii 32. II. vi. 31. III. viii. 29.
	3	*Achnanthes*	**rhomboides*	Peru.
	4	—	**turgens*	Vera Cruz, Mexico. Fig. T. III. vii. 28.
II.	5	*Actinocyclus*	*quinarius*	Richmond Virginien.
	6	—	*denarius*	Richmond Virginien.
	7	—	*undenarius*	Richmond Virginien.
	8	—	*duodenarius (bisenarius)*	Richmond Virginien.
	9	—	*Jupiter*	Cuba I. — Fig. T. II. vi. 15.
	10	—	*bioctonarius*	Richmond Virginien.
III.	11	Actinoptychus	**hexapterus*	Vera-Cruz, Mexico, — Fig. T. III. vii. 2.
	12	—	*senarius*	Maluinen I., Peru, Vera Cruz Mexico, Richmond Virg. Fig. T. I. i 27. I. iii. 21. III. vii. 1.
	13	—	*octonarius*	Richmond Virginien.
	14	—	**nonarius*	Peru, — Fig. T. I. iii. 22.
	15	—	**denarius*	Richmond Virginien.
	16	—	*duodenar.*	Richmond Virginien.
	17	—	*sedenarius*	Richmond Virginien.
	18	—	**vicenarius*	Richmond Virginien.
	19	—	**Jupiter*	Richmond Virginien.
IV.	20	*Amphipentas?*	**alternans*	Cuba I. — Fig. T. II vi. 9.
V.	21	Amphiprora	**constricta*	Cuba I. — Fig. Taf. II. vi. 28.
	22	—	**navicularis*	New-York, Smithfield Rhodes Island, Pelham Mass., Spencer Mass., Island.
VI.	23	*Amphora*	**gracilis*	Real del monte Mexico. Fig. Taf. III. i. 43.
	24	—	*libyca*	Real del monte Mexico, Vera Cruz Mex., Richmond Virg., Bridgwater Mass., Labrador?, Island. — Fig. Taf. III. i. 42. III. vii. 17.
	25	—	*lineolata*	Peru? Vera Cruz Mex. Fig. T. I. iii. 12.
	26	—	**navicularis*	Maluinen I. Fig. T. I. i. 12.
	27	—	*rimosa (hyalina)*	New-York, Island.

No.	Name	Fundort
VII. 28	*Arcella aculeata*	Moctezuma Fl. Mexico. Fig. T. III. vi. 5.
29	— *americana	Brasilien. Fig. T. I. iv. 10a.
30	— *constricta	New-York, Kotzebue's-Sund. Fig. Taf. IV. i. 35. IV. v. 1.
31	— *ecornis	Brasilien, Guiana angl., Real del monte Mexico. — Fig. T. I. iv. 9. III. i. 46.
32	— *disphaera	Labrador. — Fig. Taf. IV. ii. 12.
33	— *hyalina*	Chile, Moctezuma Fl. Mexico, New-York, Labrador, Island, Kotzebue's-Sund. — Fig. Taf. I. ii. 31. III. vi. 6. IV. i. 34. IV. v. 3.
34	— *lunata	Neu Fundland.
35	— *Nidus pendulus	Real del monte Mexico. — Fig. Taf. III. i. 48.
36	— *Pileus	Real del monte Mexico. — Fig. Taf. III. i. 47.
VIII. 37	*Arthrodesmus quadricaudat.*	New-York.
38	— *acutus*	New-York.
39	— *Taenia	Maluinen I. — Fig. T. I. i. 18.
40	— *convergens*	New-York.
IX. 41	*Astasia oceanica*	Brasilien.
X. 42	*Bacillaria paradoxa*	New-York.
XI. 43	*Biblarium Follis*	Bridgwater Massachus.
XII. 44	*Biddulphia pulchella*	Peru, Cuba I., Vera-Cruz Mexico. — Fig. T. I. iii. 25. II. vi. 18.
45	— *tridentula*	Richmond Virg.
46	— *?laevis	New-York.
XIII. 47	*Campylodiscus* *radiosus*	Vera Cruz Mexico. — Fig. T. III. vii. 14.
48	— *striatus	Vera Cruz Mexico. — Fig. T. III. vii. 13.
XIV. 49	*Ceratoneïs* *laminaris*	Vera Cruz Mexico. — Fig. T. III. vii. 24.
XV. 50	Climacosphenia *moniligera (*Echinella monilig.*)	Cuba I., Vera Cruz Mexico. — Fig. T. II. vi. 1.
XVI. 51	*Closterium acerosum*	Real del monte Mexico, San Pedro y S. Pablo Mexico, Atotonilco el Gr. Mex. — Fig. Taf. III. ii. 7.

No.	Genus	Species	Fundort
52	Closterium	*amblyonema	New-York.
53	—	*crenulatum	New-York. — Fig. Taf. IV. I. 29.
54	—	*Cucumis	New-York. — Fig. Taf. IV. I. 28.
55	—	Digitus?	New-York.
56	—	lineolatum	Real del monte Mexico. Fig. T. III. I. 45.
57	—	Lunula	Real del monte Mexico, New-York. — Fig. Taf. III. I. 44.
58	—	moniliferum	New-York.
59	—	setaceum	New-York.
60	—	striolatum	New-York, Labrador? — Fig. Taf. IV. I. 30.
61	—	tenue	New-York.
62	—	Trabecula	New-York.
63	—	turgidum	New-York. — Fig. Taf. IV. I. 27.
XVII. 64	Cocconeïs	*americana?	Moctezuma Fl. Mex. cfr. C. mexicana.
65	—	amphiceros	Richmond Virg.
66	—	*boreal. (islandica)	Vera-Cruz Mexico, Island.
67	—	*concentrica	Real del monte Mex., Vera-Cruz Mex. — Fig. T. I. III. 33. III. I. 31. III. VII. 16.
68	—	*decussata	Cuba I. — Fig. T. II. VI. 13.
69	—	*elongata	Bridgwater Massachus.
70	—	*fasciata	Peru. — Fig. T. I. III. 15.
71	—	finnica	Vera-Cruz Mex., New-York, Stonington Conn., Smithfield Rhodes I., Bridgwater Mass., Maine. — Fig. Taf. III. VII. 15. IV. I. 9.
	—	island. (borealis)	Vera-Cruz Mexico.
72	—	*leptoceros	Richmond Virginien.
73	—	lineata	Atotonilco el Gr. Mexico, Puente de Dios Mex. Vera-Cruz Mex.
74	—	*longa	Island.
75	—	*mexicana	Atotonilco el Gr. Mexico, Puente de Dios Mexico, — Fig. Taf. III. V. 7.
76	—	Navicula?	Cuba I.

	Nr.	Name	Fundorte
	77	*Cocconeïs oceanica*	Peru, Cuba I., Providence Rhodes I. — Fig. T. I. III. 33 (14). II. VI. 11. 12.
	78	— *Placentula*	Maluinen I., Chile, Atotonilco el Gr. Mex., Island. — Fig. T. I. I. 10. I. II. 24.
	79	— **praetexta*	San Miquel Mexico. — Fig. Taf. III. III. 11.
	80	— **punctata*	Real del monte Mex. Fig. T. III. I. 29.
	81	— *Scutellum*	Maluinen I., Peru, Cuba I., Vera-Cruz Mex., Florida, Providence Rhodes I., Island. — Fig. Taf. I. I. 11. I. III. 16. II. VI. 10.
	82	— *striata*	Cuba I., Real del monte Mexico, Vera-Cruz Mex., Newhaven Conn. — Fig. T. III. I. 30.
XVIII.	83	*Cocconema** *Arcus*	New-York.
	84	— **acut.* (*Lunula*)	Labrador.
	85	— *asperum*	New-York, Newhaven Conn., Smithfield Rhodes I., Bridgwater Mass., Spencer Mass., Labrador, Island.
	86	— **cornutum*	Newhaven Conn., Bridgwater, Mass.
	87	— *cymbiforme*	Chile? (cfr. *leptoceros*), Real del monte Mex., Vera-Cruz Mexico, New-York, Newhaven Conn., Stratford Conn., Smithfield Rhodes I., Andower Mass., Bridgwater Mass., Maine, Neufundl. — Fig. T. III. I. 36. IV. I. 37.
	88	— **Fusidium*	Cayenne, Surinam, New-York, Newhaven Conn. Fig. T. II. I. 35. II. II. 21.
	89	— **gracile*	Vera-Cruz Mexico, Bridgwater Mass. Labrador? — Fig. Taf. IV. II. 10?
	90	— *lanceolatum*	Maine, Neufundland?
	91	— **leptoceros*	Chile? Cayenne, Boston, Pelham et Spencer Mass., Maine, Neufundland, — Fig. T. I. II. 30. II. I. 36.

	92	*Cocconema *Lunula*	Maluinen I., Chile, Real del monte Mexico, Vera-Cruz Mex., Atotonilco el Gr., Moctezuma Fl. Mex. — Fig. T. I. i. 15. I. ii. 29. III. i. 37. III. iv. 14.
XIX.	93	*Coscinodiscus Argus*	Richmond Virgin.
	94	— **concavus*	Richmond Virgin.
	95	— *eccentricus*	Vera-Cruz Mexico. — Fig. T. III. vii. 5.
	96	— **flavicans*	Peru, St. Domingo I. — Fig. T. I. iii. 17. II. iv. 9?
	97	— **Gigas*	Richmond Virginien.
	98	— *limbatus*	Richmond Virginien.
	99	— *lineatus*	Peru, Vera-Cruz Mex., Richmond Virgin. — Fig. T. I. iii. 20. III vii. 7. 8.
	100	— **marginatus*	Richmond Virginien.
	101	— *minor*	Peru, St. Domingo I., Cuba I., Vera-Cruz Mexico, Richmond Virginien, — Fig. T. II. iv. 8. II. vi. 17. III. vii. 3.
	102	— *Ocul. Iridis*	Richmond Virgin.
	103	— *Patina*	Spitzbergen?
	104	— *radiatus*	Vera-Cruz Mexico, Richmond Virg.
	105	— **radiolatus*	Peru, Cuba I., Richmond Virg. — Fig. T. I. iii. 19. II. vi. 16.
	106	— **subtilis*	Peru, Vera-Cruz Mexico. — Fig. T. I. iii. 18. III. vii. 4.
XX.	107	*Denticella? *Biddulphia*	Cuba I. — Fig. Taf. II. vi. 19.
	108	— *aurita?*	Island.
XXI.	109	*Desmidium aculeatum*	New-York.
	110	— *apiculosum*	New-York. — Fig. Taf. IV. i. 20.
	111	**eustephanum*	New-York. — Fig. Taf. IV. i. 23.
	112	— *glabrum*	New-York.
	113	— *hexaceros*	Brasilien, New-York. — Fig. T. I. iv. 10b. IV. i. 24.
	114	— *ramosum*	New-York. — Fig. Taf. IV. i. 21.
	115	— **senarium*	New-York. — Fig. Taf. IV. i. 22.

	116	*Desmidium Swartzii*	New-York.
	—	— *tridens v. hexacer.*	New-York.
XXII.	117	*Dictyocha Crux*	Richmond Virgin.
	118	— *Fibula*	St. Domingo I., Richmond. — Fig. T. II. IV. 11.
	119	— *Pentasterias*	Richmond Virgin.
	120	— ?**splendens*	Vera-Cruz Mexico. — Fig. T. III. VII. 35.
	121	— **trifenestra*	St. Domingo I. — Fig. T. II. IV. 12.
XXIII.	122	*Difflugia* **areolata*	Brasilien, Cayenne, Guiana angl., Real del monte Mexico, Kotzebue's Sund. — Fig. Taf. I. IV. 8c. II. I. 45. III. I. 49. IV. V. 2.
	123	— **acanthophora*	New-York. — Fig. Taf. IV. I. 36.
	124	— **denticulata*	Atotonilco el Gr. Mexico.
	125	— **Lagena*	Labrador. — Fig. Taf. IV. II. 11.
	126	— **laevigata*	Cayenne. — Fig. T. II. I. 43.
	127	— *oblonga*	New-York, Labrador.
	128	— **striolata*	Cayenne. — Fig. T. II. I. 44.
XXIV.	129	*Dinobryon sociale*	New-York.
	—	*Echinella? v. Podosphen.*	
XXV.	130	*Epistylis Anastatica?*	Carolina.
XXVI.	131	*Euastrum* **americanum*	New-York. — Fig. Taf. IV. I. 15.
	132	— *ansatum*	New-York. — Fig. Taf. IV. I. 18.
	133	— **carinatum*	New-York.
	134	— *Crux melitens.*	New-York.
	135	— **crenulatum*	New-York. — Fig. Taf. IV. I. 14.
	136	— *margaritifer.*	Moctezuma Fl. Mexico. New-York. — Fig. Taf. III. VI. 4. IV. I. 19.
	137	— *Pecten*	New-York.
	138	— *Rota*	New-York.
	139	— *Sol*	New-York. — Fig. Taf. IV. I. 16.
	140	— *verrucosum*	New-York? — Fig. Taf. IV. I. 17.
XXVII.	141	*Eunotia amphioxys*	Maluinen I., Peru?, Cayenne, Surinam, Atotonilco el Gr. Mexico, New-York, Spencer Mass., Maine, Labrador, Is-

		land, Kotzebue's Sund. — Fig. T. I. I. 26. I. III. 6. II. I. 15. II. II. 16. III. IV. 9. IV. V. 7.
142	*Eunotia* **Argus*	Cuba I., Atotonilco el Gr Mex. — Fig. Taf. II. VI. 33. III. IV. 7.
143	— **biceps*	MaluinenI., New-York, Newhaven Connect., Andower Mass., Boston, Bridgwater et Pelham Mass., Wrentham Mass., Maine, Neufundland, Labrador. — Fig. T. I. I. 24.
144	— **bidens* (cfr. *Himantid.*)	Brasilien, New-York, Andower Conn.
145	— **Camelus*	Cayenne, Labrador, — Fig. T. II. I. 1.
146	— **cingulata*	Cuba I., Providence Rhodes I., — Fig. Taf. II. VI. 34.
147	— *Decaodon*	New-York, Stratford Conn., Bridgwater Mass.
148	— **declivis*	Cayenne. — Fig. T. II, I. 3.
149	— **depressa*	Brasilien. New-York? — Fig. T. I. IV. 6b. IV. I. 12.
150	— *Diadema*	Bridgwater Mass., Maine B. Labrador.
151	— *Diodon*	St. Domingo I., Richmond Virg., New-York, Andower Conn., Newhaven Conn., Stratford Conn., Smithfield Rhodes I., Boston Mass., Labrador, Island. — Fig. T. II. IV. 10.
152	— **dizyga*	Cayenne. — Fig. T. II. I. 8.
153	— **Elephas*	Brasilien. — Fig. T. I. IV. 5.
154	— *Enneodon*	Stratford Conn., Bridgwater Mass.
155	— *Faba*	Maluinen I.? Boston et Bridgwater Mass. Neufundland, Labrador. — Fig. Taf. I. I. 25.
156	— **Formica*	Guiana angl., Stratford Conn., Boston Mass., Maine.
157	— *gibba*	Real de monte Mexico, Atotonilco el Gr. Mexico, Puente de Dios Mexico,

		Moctezuma Fl. Mexico, New-Yersey, Island. — Fig. T. III. i. 39.
158	*Eunotia* **gibberula*	Atotonilco el Gr. Mexico, Newhaven Conn. — Fig. T. III. iv. 8.
159	— *granulata*	New-York, Newhaven Conn., Bridgwater Mass., Island.
160	— *Hendecaodon*	Stratford Conn.
161	— *Hexaodon*	Labrador.
162	— *Heptodon*	Stratford Conn.
163	— **Librile*	Real del monte Mexico. — Fig. T. III. i. 38.
164	— **Monodon*	Gouadeloupe I., San Miquel Mexico, Richmond Virg., New-York, Stratford Conn., Andower Mass., Pelham Mass. — Fig. T. II. v. 7. III. iii. 3.
165	— *nodosa*	San Miquel Mexico, Andower Conn. — Fig. Taf. III. iii. 4.
166	— *ocellata*	Peru? — Fig. T. I. iii. 5 a. b. c.
167	— *Octodon*	New-York, Stratford Conn., Bridgwater Mass.
168	— **parallela*	New-York, Andower Massus., Boston Mass., Maine, Labrador.
169	— **Pileus*	Cayenne. — Fig. T. II. i. 5.
170	— **praerupta*	New-York, Andower Conn., Smithfield Rhodes I., Andower Mass., Boston Mass., Spencer Mass., Maine, Labrador, Island.
171	— **quaternaria*	Cayenne. — Fig. T. II. i 13.
172	— **quinaria*	Cayenne, New-York. — Fig. T. II. i. 12. IV. i. 13.
173	— **Sella*	Cayenne. — Fig. T. II. i. 7.
174	— **septena*	Labrador. — Fig. T. IV. ii. 13.
175	— *Serra*	Stratford Conn.
176	— *serrulata*	Neufundland?

177	*Eunotia Tetraodon*	New-York, Smithfield Rhodes I., Boston et Bridgwater Mass., Maine, Labrador.
178	— **Textricula*	Real del monte Mex., Vera-Cruz Mex.? Island. — Fig. T. III. I. 40.
179	— **tridentula*	Cayenne, Andower Conn. — Fig. T. II. I. 14.
180	— *Triodon*	New-York, Neufundland, Labrador.
181	— *turgida*	Brasilien, Atotonilco el Gr. Mexico. — Fig. T. III. IV. 6.
182	— **ventralis*	New-York, Smithfield Rhodes I., Bridgwater Mass., Maine.
183	— **uncinata*	Maine B., Labrador.
184	— *Westermanni*	New-York.
185	— **zebrina*	New-York, Smithfield Rhodes I., Island.
186	— **zygodon*	Cayenne, Guiana anglica. — Fig. T. II. I. 6.
XXVIII. 187	*Fragilaria acuta*	Surinam, Atotonilco el Gr. Mexico, Puente de Dios Mex., Moctezuma Fl. Mex., Bridgwater Mass. — Fig. T. II. II. 12. III. IV. 10. III. V. 7. III. VI. 11.
188	— **amphiceros*	Richmond Virg.
189	— *?anceps*	Pelham Mass.
190	— *biceps*	Newhaven Conn.
191	— *?binodis*	Newhaven Conn., Neufundland, Labrador.
192	— *constricta*	Maluinen I., Moctezuma Fl. Mexico. — Fig. T. I. I. 21. III. VI. 10.
193	— *diophthalma*	Surinam, San Miquel Mex., Moctezuma Fl. Mexico, Boston Mass.? Bridgwater Mass., Island. — Fig. T. II. II. 13. 14. III. III. 10? III. VI. 7?
194	— **Entomon*	Bridgwater Mass.
195	— **glabra*	Guiana angl.?
196	— *laevis*	Richmond Virg.
197	— *?*Navicula*	Peru. — Fig. T. I. III. 8.

	198	*Fragilaria *pinnata*	San Pedro y San Pablo Mexico, Moctezuma Fl. Mex., Richmond Virginien, New-York?, Newhaven, Bridgwater, Spencer Mass., Island. — Fig. T. I. III. 9. III. VI. 8.
	199	— *rhabdosoma*	Maluinen I., Surinam, Quito, Real del monte Mexico, Atotonilco el Gr., Vera-Cruz Mexico, New-York, Bridgwater et Spencer Mass., Neufundland, Island, Kotzebue's-Sund. — Fig. T. I. I. 19 (et 20?) II. II. 15. III. I. 26. III. IV. 11. IV. V. 9.
	200	— **striolata*	Peru. — Fig. T. I. III. 9.
	201	— *?*Trachea*	Maluinen I.? an ad *Gallionellam sulcatam* pertinens forma?
	202	— **Ventriculus*	Maluinen I.? an ad *Fr. diophthalmam* pertinens forma? — Fig. T. I. I. 20.
	203?	— —	Cuba. — Fig. T. II. VI. 29. cfr. *Navicula Trabecula.*
XXIX.	204	*Gallionella aurichalcea*	New-York, Andower Conn., Stratford Conn., Smithfield Rhodes I., Andower Mass., Boston, Bridgwater, Pelham, Spencer Mass., Maine. — Fig. Taf. IV. I. 32.
	205	— **coarctata*	San Miquel Mexico, Puente de Dios Mexico, Vera-Cruz Mexico. — Fig. T. III. III. 12. III. V. 9.
	206	— *crenulata*	Cayenne, Real del monte Mexico?, New-York, Smithfield Rhodes I., Boston et Bridgwater Mass., Pelham Mass., Maine, Island. — Fig. T. II. I. 41. III. I. 28. IV. I. 31.
	207	— *distans*	Brasilien?, Cayenne, Guiana angl., New-York, Newhaven Conn.?, Stratford Conn., Andower Mass., Boston Mass.,

Pelham Mass., Wrentham Massuch.? Maine, Neufundland, Island, Kotzebue's-Sund. — Fig. T. I. IV. 8 a. b. II. I. 42.

208 *Gallionella ferruginea* Massachusetts.

209 — **granulata* Brasilien?, Neufundland.

210 — *lineata* Providence Rhodes I.

211 — **lirata* Maine B.

212 — *moniliformis* Peru?, New-York, New-Yersey. — Fig. T. I. III. 23. 24.

213 — *nummuloides* Providence Rhodes I.

214 — *sulcata* Vera-Cruz Mexico, Richmond Virginien, New-York, Stonington Conn. — Fig. T. I. I. 17. III. VII. 9.

215 — *varians* New-York, Newhaven Conn.

XXX. 216 *Gomphonema acuminat.* Smithfield Rhodes I.

217 — *americanum* New-York, Newhaven Conn., Smithfield Rhodes I., Spencer Mass., Island.

218 — **anglicum* Real del monte Mexico. — Fig. T. III. I. 32. (auch in Irland, nicht Island).

219 — **apiculatum* Cayenne, New-York, Smithfield, Rhodes I. — Fig. T. II. I. 38.

220 — *Augur* Atotonilco el Gr. Mexico, New-York. — Fig. Taf. III. IV. 13.

221 — *clavatum* Maluinen I., Chile, Cuba I., Real del monte Mex., Atotonilco el Gr. Mex., Smithfield Rhodes I., Island. — Fig. I. I. 13. I. II. 26. II. IV. 32. III. I. 33.

222 — *coronatum* New-York, Andower Conn., Newhaven Conn., Bridgwater Mass., Maine.

223 — **Cygnus* Bridgwater Mass.

224 — **Glans* Smithfield Rhodes I., Bridgwater Mass.

225 — *gracile* Chile, Cayenne, Real del monte Mex., Atotonilco, Moctezuma Fl. Mexico, New-York, Andower Conn., Newha-

			ven Conn., Stratford Conn., Smithfield Rhodes I., Andower Mass., Boston, Bridgwater et Pelham Mass., Maine, Neufundland, Island. — Fig. T. I. ii. 27. II. i. 39. III. i. 35.
	226	*Gomphonema lanceolat.*	Cayenne, Newhaven Conn. — Fig. Taf. II. i. 37.
	227	— **laticeps*	Island.
	228	— *minutissim.*	Maluinen I., Providence Rhodes I., Island. — Fig. T. I. i. 14.
	229	— **nasutum*	New-York.
	230	— **Pupula (paradoxum)*	New-York, Maine, Island.
	231	— *rotundatum*	Chile, Surinam, Real del monte Mexico, Smithfield Rhodes I. — Fig. T. I. ii. 25. II. ii. 20. III. i. 34.
	232	— **subtile*	New-York, Bridgwater Mass.
	233	— *truncatum*	Island.
	234	— *turgidum*	New-York, Smithfield Rhodes I.
	235	— **Turris*	New-York, Smithfield Rhodes I., Maine?
	236	— **Vibrio*	Cayenne. — Fig. T. II. i. 40.
XXXI.	237	*Goniothecium *Rogersii*	Richmond Virg.
XXXII.	238	*Grammatophora africana*	Vera-Cruz?
	239	— *angulosa*	Peru, Cuba I., Vera-Cruz Mex. — Fig. T. I. iii. 11. II. vi. 7. III. vii. 34.
	240	— **gibba*	Cuba I. — Fig. T. II. vi. 8.
	241	— **islandica*	Island.
	242	— *mexicana*	Vera-Cruz Mexico. — Fig. T. III. vii. 32.
	243	— *oceanica*	Maluinen I., Peru, Cuba I., Vera-Cruz Mexico, Richmond Virg., Stonington Conn.? Providence Rhodes I. Fig. T. I. i. 23. I. iii. 10 et 33. II. vi. 5. 6.
	244	— **stricta*	Maluinen I., Vera Cruz Mexico, Providence Rhodes I. — Fig. T. I. i. 22. III. vii. 31.

245	*Grammatoph. undulat.*	Vera-Cruz Mex., Rhodes Isl., Richmond Virg. — Fig. T. III. VII. 33.
XXXIII. 246	*Haliomma Medusa?*	Richmond Virg.
247	— *radiatum*	Vera-Cruz Mexico.
XXXIV. 248	*Himantidium Arcus*	Brasilien, Cayenne, Surinam, Guiana angl., Martinique, Richmond Virgin., New-York, Andower Conn., Newhaven Conn., Stratford Conn., Smithfield et Providence Rhodes I., Andower Mass., Boston Bridgwater et Pelham Mass., Spencer Mass., Wrentham Mass., Maine, Neufundland, Labrador. — Fig. T. I. IV. 6. a et c. II. I. 10. 11. II. II. 17. IV. I. 11.
249	— *bidens*	Smithfield Rhodes Isl., Boston Mass., Pelham Mass., Spencer Mass., Maine, Labrador, Island.
250	— *gracile*	Cayenne, Martinique I.?, Real del monte Mexico, Andower Conn., Smithfield Rhodes I., Andower Mass., Boston Mass., Labrador. — Fig. T. II. I. 9. III. I. 41.
251	— **guyanense*	Cayenne. — Fig. T. II. I. 4.
252	— **Monodon*	New-York, Wrentham Mass., Maine?, Labrador. — Fig. Taf. IV. I. 10. IV. V. 6.
253	— **Papilio*	Cayenne. — Fig. T. II. I. 2a.
XXXV. 254	*Hyalotheca cylindrica*	New-York.
255	— *mucosa?*	New-York.
XXXVI. 256	*Isthmia obliquata*	Island.
XXXVII. 257	*Meridion vernale*	New-York.
XXXVIII. 258	*Mesocena *heptagona*	Peru. — Fig. T. I. III. 26.
259	— **octogona*	Peru. — Fig. T. I. III. 27.
XXXXI. 260	*Micrasterias Boryana*	Moctezuma Fl. Mexico, New-York. — Fig. Taf. III. VI. 1.

	No.	Name	Fundorte
	261	*Micrasterias elliptica*	New-York.
	262	— *heptactis*	Moctezuma Fl. Mexico. — Fig. Taf. III. vi. 3.
	263	— **senaria*	Moctezuma Fl. Mexico. — Fig. Taf. III. vi. 2.
	264	— *Tetras*	New-York.
	265	— *tricyclia*	New-York.
XL.	266	*Monas Termo*	New-York.
XLI.	267	*Navicula *affinis*	Surinam, Guiana angl., Caraccas, Guadeloupe I., St. Domingo I., San Miquel Mexico, Puente de Dios Mex., New-York, Bridgwater Mass., Labrador, Neufundland, Kotzebue's Sund. — F. T. II. ii. 7. II. iii. 2. II. iv. 4. II. v. 4. III. iii. 8. IV. ii. 6. IV. v. 10.
	268	— *alata*	New-York, Maine.
	269	— **ambigua*	Surinam, Boston Mass. — Fig. Taf. II. ii. 9.
	270	— **americana*	New-York, Smithfield Rhodes I.
	271	— **Amphigomphus*	Real del monte Mexico, New-York, Stratford Conn., Andower Mass., Boston et Bridgwater Mass., Maine. — Fig. Taf. III. i. 8.
	272	— **amphioxys*	Maluinen I., Chile, Brasilien, Cayenne, Cuba I., Moctezuma Fl. Mex., Providence Rhodes I., Boston, Bridgwater Mass., Spencer Mass. — Fig. T. I. ii. 8. I. ii. 15. II. i. 32. II. vi. 26. III. vi. 9.
	273	— **Amphirhynchus*	Real del monte Mex., Atotonilco el Gr. Mex., Moctezuma Fl. Mexico. — Fig. Taf. III. i. 10.
	274	— *Amphisbaena*	Real del monte Mex., San Pedro y san Pablo Mexico, San Miquel Mexico, New-York, Smithfield Rhodes I.,

		Bridgwater Mass. Island. — Fig. Taf. III. I. 12. III. II. 2. IV. I. 8.
275	*Navicula *amphisphenia*	Guiana angl.
276	— **Bacillum*	Moctezuma Fl. Mex., New-York, Stratford Conn., Providence Rhodes I., Kotzebue's Sund. — Fig. T. IV. v. 8.
277	— **biceps*	Caraccas Venez.? Real del monte Mex., Bridgwater Mass. — Fig. T. II. III. 3? III. I. 13.
278	— **Carassius*	Surinam. — Fig. T. II. II. 11.
	— *ceratostigma*	v. *N. affinis.*
	— *ceratogramma*	v. *Stauroneïs birostris.*
279	— *curvula*	St. Domingo I., Providence Rhodes I. — Fig. T. II. IV. 6.
280	— **dilatata*	New-York, Stratford Conn., Smithfield Rhodes I., Andower Mass., Boston et Bridgwater Mass., Pelham, Wrentham Mass., Maine, Labrador.
281	— **dirhynchus*	Real del monte Mex., Puente de Dios Mex., Moctezuma Fl. Mex., Labrador. — Fig. T. III. I. 11.
282	— **dubia*	Surinam, Caraccas Venez.? — Fig. T. II. II. 8.
283	— **duplicata*	Cuba I.
284	— *fulva*	Guiana angl., Real del monte Mexico. San Pedro y San Pablo Mex., Atotonilco el Gr. Mex., Smithfield Rhodes I. — Fig. Taf. III. I. 9. III. II. 1. III. IV. 2.
285	— **Fornica*	Bridgwater Mass.
286	— **Fusidium*	Maine A.
287	— *gracilis*	Brasilien, Cayenne, San Pedro y S. P. Mexico, San Miquel Mex., Moctezuma Mexico, New-York, Bridgwater Mass. — Fig. T. I. IV. 2. II. I. 33.

288	*Navicula*	**Hitchcockii*	Bridgwater Mass.
289	—	**Iridis* (=*Pinn. Iridis*)	New-York. — Fig. Taf. IV. i. 2.
290	—	**leptogongyla*	Labrador.
291	—	**leptorhynchus*	Puente de Dios Mex.
292	—	**limbata*	Chile. — Fig. T. I. ii. 16.
293	—	**lineolata*	Peru, Guiana angl., Martinique I., Cuba I., New-York, Bridgwater Mass., Neufundland, Labrador. — Fig. T. I. iii. 4a. II. vi. 27. IV. i. 6.
294	—	**Lyra*	Maluinen I. — Fig. T. I. i. 9a.
295	—	**mesolepta*	Labrador. — Fig. T. IV. ii. 4.
296	—	**mesotyla*	Labrador. — Fig. T. IV. ii. 7.
297	—	*nodosa*	Cayenne. — Fig. T. II. i. 31.
298	—	**oblonga*	Real del monte Mexico. — Fig. T. II. i. 14.
299	—	**obtusa*	Maine B., Island?
300	—	**paradoxa*	Peru. — Fig. T. I. iii. 4b.
301	—	**rhombea*	Vera-Cruz Mex. — Fig. T. III. vi. 27.
302	—	**rhomboides*	Real del monte Mexico. — Fig T. III. i. 15.
303	—	*Scalprum*	Real del monte Mex., Atotonilco el Gr. Mex. — Fig. Taf. III. i. 1.
304	—	**Semen*	Chile?, Labrador. — Fig. T. I. ii. 17 a.? IV. ii. 8.
305	—	*Sigma*	Peru, St. Domingo I., Cuba I., Atotonilco el Gr. Mex., Richmond Virg., Stonington Conn., Providence Rhodes I. — Fig. T. I. iv. 5. II. vi. 25. III. iv. 4.
306	—	**Silicula*	New-York, Newhaven et Stratford Conn., Bridgwater Mass., Maine, Labrador.
307	—	**sphaerophora*	Atotonilco el Gr. Mex. — Fig. Taf. III. iv. 3.
308	—	**Trabecula*	Cuba?, Andover Mass., Boston Mass., Maine. — Fig. Taf. II. vi. 29?

	309	*Navicula *undosa*	Surinam. — Fig. T. II. II. 10.
XLII.	310	*Naunema *amphioxys*	San Pedro y S. Pablo Mex. — Fig. Taf. III. II. 5.
XLIII.	311	*Pentasterias margaritac.*	New-York. — Fig. Tafel IV. I. 25.
XLIV.	312	*Peridinium —?*	Quito.
	313	— *cinctum?*	New-York. — Fig. T. IV. I. 38. 39.
XLV.	314	*Pinnularia *aequalis*	Island.
	315	— **amphigomp.*	Cayenne. — Fig. T. II. I. 27.
	316	— **amphioxys*	New-York, Island.
	317	— **Amphiprora*	Pelham Mass.
	318	— **Apis*	Vera Cruz Mexico. — Fig. T. III. VII. 18.
	319	— **borealis*	Chile, New-York, Kotzebue's Sund. — Fig. T. I. II. 6. IV. I. 5. IV. V. 4.
	320	— **chilensis*	Chile Peru? — Fig. T. I. II. 2.
	321	— *?*Conops*	Vera Cruz Mexico. — Fig. T. III. VII. 20.
	322	— **costata*	Smithfield Rhodes I., Spencer Mass., Pelham Mass.
	323	— **Cyprinus*	Chile. — Fig. T. I. II. 7.
	324	— **Dactylus*	New-York, Andower Conn., Smithfield Rhodes I., Boston Mass., Bridgwater Mass., Spencer Massuch., Wrentham Mass., Maine. — Fig. T. IV. I. 3.
	325	— **decurrens*	Real del monte Mex., San Pedro y San Pablo, Mex., San Miquel Mex., Newhaven Conn., Maine. — Fig. Taf. III. I. 5.
	326	— *dicephala*	Brasilien, Cayenne, Surinam, Martinique I., Stratford Conn., Smithfield Rhodes I., Andower Mass., Maine, Labrador. — Fig. T. II. I. 29. II. II. 5.
	327	— *didyma*	St. Domingo, Vera Cruz Mexico, Stonington Conn., Providence Rhodes I. — Fig. T. II. IV. 3. II. VI. 24. III. VII. 19.
	328	— **diomphala*	Vera Cruz Mex. — Fig. Taf. III. VII. 25.

329	*Pinnularia*	**disphenia*	Vera Cruz Mexico. — Fig. T. III. vii. 21.
330	—	**Entomon*	Maluinen I. — Fig. T. I. i. 3. 4.
331	—	**Esox*	Chile. — Fig. T. I. ii. 4.
332	—	**Gastrum*	Vera-Cruz Mex., Newhaven Conn., Island. — Fig. Taf. III. vii. 23.
333	—	*gibba*	Chile, Cayenne, Real del monte Mex., San Miquel Mex., Atotonilco el Gr. Mex., New-York, Andower Conn., Bridgwater Mass., Wrentham Mass., Maine, Labrador. — Fig. T. I. ii. 3? 8. II. i. 24. III. i. 4.
334	—	**Gigas*	Maine B.
335	—	**heteropleura* (*inaequalis*)	Newhaven Conn., Labrador.
336	—	*inaequalis*	Cayenne, Surinam, New-York, Newhaven Conn., Stratford Conn., Smithfield Rhodes I., Bridgwater Pelham, Spencer Mass., Maine, Kotzebue's Sund. — Fig. Taf. II. i. 28. II. ii. 6. IV. v. 5.
—	—	*Iridis s. Navicula I.*	
337	—	**isoceph.*(cfr. *Monile*)	Bridgwater Mass.
338	—	*lanceolata*	Real del monte Mex. — Fig. Taf. III. i. 6.
339	—	*Legumen*	New-York, Smithfield Rhodes I., Boston et Pelham Mass., Maine, Island. — Fig. Taf. IV. i. 7.
340	—	**macilenta*	Cayenne, Surinam, Guadeloupe I., St. Domingo I., New-York, Andower Conn., Smithfield Rhodes I., Wrentham Mass., Maine, Neufundland, Labrador. — Fig. T. II. i. 23. II. ii. 4. II. iv. 2. II. v. 3.
341	—	**mesogongyla*	Andower Mass., Boston Mass.
342	—	*nobilis*	Brasilien, Cayenne, Surinam, New-York,

		Andower Connect., Stratford Conn., Smithfield Rhodes I., Providence Rhodes I., Andower et Boston Mass., Bridgwater et Pelham Mass., Wrentham Mass., Maine, Island. — Fig. T. II. I. 25. II. II. 3.
343	*Pinnularia *obtusa*	Maine B.
344	— **pachyptera*	Labrador. — Fig. Taf. IV. II. 9.
345	— **peregrina*	Maluinen I., St. Domingo I., Cuba I., Real del monte Mexico, Richmond Virg. — Fig. T. I. I. 5. 6. II. IV. 1. II. VI. 22. III. I. 3.
346	— **Pisciculus*	Cayenne. — Fig. T. II. I. 30.
347	— **Placentula*	Vera-Cruz Mexico. — Fig. Taf. III. VII. 22.
348	— **polyptera*	Maine B.
349	— **porrecta*	Newhaven Conn.
350	— **Sillimanorum*	New-York.
351	— *sinuosa*	Peru?
352	— *suecica*	New-York?
353	— **Tabellaria*	Cayenne, Real del monte Mexico, San Miquel Mex., Atotonilco el Gr. Mex., New-York, Andower Conn., Stratford Conn., Smithfield Rhodes I., Andower et Boston Mass. — Fig. T. II. I. 26. III. I. 7. III. III. 6. III. IV. 5. IV. I. 4.
354	— **Termes*	Cuba I., San Miquel Mexico. — Fig. T. II. VI. 23. III. III. 5.
355	— **Trabecula*	Maine B.
356	— **Utriculus*	Vera-Cruz Mexico.
357	— *viridis*	Maluinen I., Peru, Brasilien, Cayenne, Guiana angl., Caraccas, Guadeloupe I., Cuba I., Real del monte Mexico, San Pedro y san Pablo Mexico, San

		Miquel Mexico, Atotonilco Mexico, New-York, Andower, Newhaven et Stratford Conn., Providence Rhodes I., Andower, Boston et Bridgwater, Pelham et Wrentham Mass., Maine, Island, Kotzebue's Sund. — Fig. T. I. i. 7. I. iii. 3. I. iv. 3. II. i. 22. II. iii. 1. II. v. 2. II. vi. 21. III. i. 1-2.
	358 *Pinnularia viridula*	New-York, Andower Conn.
XLVI.	359 Podosira **moniliformis*	Peru, Island. — Fig. T. I. iii. 34.
XLVII.	360 *Podosphenia cuneata?*	Island.
XLVIII.	361 *Pyxidicula cruciata* (= *hellenica?*)	Vera Cruz Mex., Richmond Virginien. — Fig. T. III. vii. 6.
	362 — *operculata*	Massachusetts.
XLIX.	363 Rhizosolenia **americ.*	Richmond Virg.
L.	364 Sphenosira **Catena*	Real del monte Mexico, Atotonilco el Gr. Mex., Moctezuma Fl. Mexico. — Fig. T. III. i. 27. III. iv. 12.
LI.	365 Spirillina **vivipara*	Vera Cruz Mexico. — Fig. T. III. vii. 41.
LII.	366 *Stauroneïs *amphilepta*	Chile. — Fig. T. I. ii. 9 et 13.
	367 — **anceps*	Cayenne. — Fig. T. II. i. 18.
	368 — **Baileyi*	New-York, Andower Conn., Smithfield Rhodes I., Boston Mass., Bridgwater Mass., Spencer Mass., Maine.
	369 — **birostris*	Surinam, Atotonilco el Gr. Mex., Labrador (*N. ceratogramma*). — Fig. T. II. ii. 1. IV. ii. 5.
	370 — **constricta*	Chile. — Fig. T. I. ii. 12b.
	371 — **dilatata*	Chile, Real del monte Mexico. — Fig. T. I. ii. 12a. III. i. 18.
	372 — **Fenestra*	Cayenne. — Fig. T. II. i. 20.
	— — *Folium* v. *phyllodes.*	
	373 — **gracilis*	Chile, Cayenne, New-York, Andower Mass. — Fig. T. I. ii. 14. II. i. 17.

374	*Stauroneïs*	**linearis*	Chile, Stratford Connect., Bridgwater Mass. — Fig. T. I. II. 11.
375	—	**lineolata*	Cayenne. — Fig. T. II. I. 19.
376	—	**liostauron*	Island.
377	—	**Monogramma*	Surinam. — Fig. T. II. II. 2.
378	—	*Phoenicenteron*	Guadeloupe I., Real del monte Mexico, San Pedro y S. P., San Miquel Mex., Providence Rhodes I., Boston Pelham et Wrentham Mass., Labrador (*N. crucigera*). — Fig. Tab. II. v. 1. III. I. 17.
379	—	**platystoma*	Pelham Mass.
380	—	**phyllodes*	Chile, Cayenne. — Fig. T. I. II. 10. II. I. 16.
381	—	**polygramma*	Cuba I. — Fig. T. II. VI. 30.
382	—	**pteroidea*	Stratford Conn., Smithfield Rhodes I., Andower Mass., Spencei Mass., Maine, Island.
383	—	**staurophaena*	Bridgwater Mass. Maine.
LIII. 384	*Stauroptera*	**Achnanthes*	San Miquel Mexico, Neufundland. — Fig. T. III. III. 7. IV. III. 2.
385	—	*aspera*	Maluinen I., Peru, Cuba I., Vera Cruz Mex., Labrador, Island, Spitzbergen. — Fig. Taf. I. I. 12. I. III. 1. 2. II. VI. 20. III. VII. 26. IV. IV. 1.
386	—	*cardinalis*	Chile, Cayenne, Bridgwater Mass., Pelham Mass., Island. — Fig. T. I. II. 1. II. I. 21.
387	—	**gibba*	Chile? (cfr. *Pinnularia g.*) — Fig. Taf. I. II. 3.
388	—	**Isostauron*	Labrador. — Fig. Taf. IV. II. 1.
389	—	**Legumen*	Chile. — Fig. T. I. II. 5.
390	—	**Microstaur.*	Brasilien, Labrador. — Fig. T. I. IV. 1. IV. II. 2.
391	—	**parva*	Real del Monte Mex. — Fig. T. III. I. 19.

	392	*Stauroptera *scalaris*	Labrador. — Fig. T. IV. ii. 3.
	393	— —?	Richmond Virg.
LIV.	394	*Staurosira *amphilepta*	Boston Mass., Neufundland.
	395	— **construens*	Newhaven Connecticut, Neufundland.
	396	— **pinnata*	Newhaven Conn.
LV.	397	*Striatella arcuata?*	New-York, Labrador, Island.
	398	— **Thienemanni*	Island.
LVI.	399	*Surirella?*australis*	Maluinen I. fragm. — Fig. T. I. i. 9b.
	400	— *bifrons*	Puente de Dios Mexico, Neufundland. — Fig. T. III. v. 5. IV. iii. 1.
	401	— **Campylodiscus*	San Pedro y San Pablo Mexico, Puente de Dios Mexico. — Fig. T. III. v. 6.
	402	— *Craticula*	Chile, Guadeloupe I., Real del monte Mexico, San Pedro y S. Pablo Mex., Spencer Mass. — Fig. T. I. ii. 18. II. v. 5. III. i. 23. III. ii. 4.
	403	— **decora*	Bridgwater Mass.
	404	— **elegans*	Real del monte Mexico. — Fig. T. III. i. 22.
	405	— **euglypta*	Puente de Dios Mexico. — Fig. T. III. v. 2. 4.
	406	— *fastuosa*	St. Domingo I., Cuba I., Vera Cruz Mexico. — Fig. Taf. II. iv. 7. III. vii. 11. 12.
	407	— **flexuosa*	Real del monte Mexico. — Fig. T. III. i. 20.
	408	— **microcora*	Cayenne, Atotonilco el Gr. Mexico. — Fig. T. II. i. 34.
	409	— **myodon*	Real del monte Mex., San Miquel Mex. — Fig. T. III. i. 21.
	410	— *oblonga*	Brasilien?, Maine. — Fig. T. I. iv. 4.
	411	— **oophaena*	Puente de Dios Mex. — Fig. Taf. III. v. 1.
	412	— **peruviana*	Peru. — Fig. T. I. iii. 4c.
	413	— **Regula*	Puente de Dios Mex. — Fig. T. III. v. 3.

	414 *Surirella sigmoidea*	San Miquel Mexico. — Fig. Taf. III. III. 9.
	415 — *splendida*	Atotonilco el Gr. Mexico?. New-York, Smithfield Rhodes I., Maine, Island.
LVII.	416 *Synedra acuta*	Chile, Peru, San Pedro y San Pablo Mexico, San Miquel Mexico, Puente de Dios Mexico. — Fig. T. I. II. 22. I. III. 7. III. III. 2.
	417 — **amphirhynchus*	Real del monte, San Pedro y San Pablo Mexico, Atotonilco el Gr. Mexico. — Fig. T. III. I. 25.
	418 — **Entomon*	Chile. — Fig. T. I. II. 20. 21.
	419 — *fasciculata*	Island.
	420 — *Gallionii*	Cuba I., San Pedro y San Pablo Mex., San Miquel Mexico. — Fig. Taf. II. VI. 2. III. III. 1.
	421 — **gibba*	Providence Rhodes I.
	422 — **laevis*	Cuba I. — Fig. T. II. VI. 3.
	423 — *lunaris*	New-York.
	424 — **scalaris*	Surinam, Andower Conn.? — Fig. T. II. II 18.
	425 — **praemorsa*	Moctezuma Fl. Mexico. — Fig. T. III. VI. 11.
	426 — **spectabilis*	Chile, Caraccas, Guadeloupe I., Real del monte Mexico, San Pedro y San Pablo Mex., Atotonilco el Gr. Mex., Puente de Dios Mexico, Vera-Cruz Mex., New-York, Smithfield Rhodes I., Andower et Boston Mass., Pelham, Spencer Mass., Maine. — Fig. Taf. I. II. 19. II. III. 4. II. V. 6. III. I. 24. III. V. 8.
	427 — **valens*	San Pedro y San Pablo Mexico, New-York. — Fig. Taf. III. II. 6. IV. I. 1.
	428 — *Ulna*	Chile, Brasilien, Surinam, Cuba I.,

		Puente de Dios Mex., Moctezuma Fl., Vera Cruz Mex., Smithfield Rhodes I., Andower, Boston et Pelham Mass., Maine, Labrador, Island, Spitzbergen. — Fig. T. I. ii. 23. I. iv. 7. II. ii. 19. II. vi. 4. IV. iv. 2.
LVIII. 429	*Tabellaria *laevis*	Chile. — Fig. T. I. ii. 17b.
430	— **biceps*	Bridgwater Mass., Pelham Mass., Labrador.
431	— **Gastrum*	Labrador.
432	— **nodosa*	New-York, Boston Mass., Maine.
433	— **sculpta*	Chile cfr. *Pinnularia borealis.*
434	— *trinodis*	New-York, Newhaven Conn., Stratford Conn., Smithfield Rhodes I., Boston, Bridgwater, Pelham Mass., Maine, Neufundland, Labrador, Island.
LIX. 435	Terpsinoe **musica*	Atotonilco el Gr. Mexico, Vera-Cruz Mex. — Fig. T. III. iv. 1. III. vii. 30.
LX. 436	*Tessella Catena*	Stonington Conn., Providence Rhodes Isl.
LXI. 437	*Trachelius trichophorus*	New-York.
LXII. 438	*Trachelomonas *areolata*	Andower Connect.
439	— **aspera*	New-York, Andower Conn., Andower Mass., Wrentham Mass. — Fig. T. IV. i. 33.
440	— **granul.*	Wrentham Mass.
441	— **laevis*	Quito, Andower Mass., Boston.
442	— **Pyrum*	Andower Mass., Wrentham Mass., Maine.
LXIII. 443	*Triceratium Favus*	Vera-Cruz Mexico. — Fig. III. vii. 10.
444	— **obtusum*	Richmond Virgin.
LXIV. 445	*Xanthidium aculeatum*	New-York.
446	— **Arctiscon*	New-York.
447	— **bisenarium*	New-York.
448	— **coronatum*	New-York. — Fig. T. IV. i. 26.
449	— *fasciculat.*	New-York.

Rotatoria, Räderthiere.

LXV.	450	*Anuraea acuminata?*	New-York.
	451	— *stipitata*	New-York. — Fig. T. IV. I. 40.
LXVI.	452	*Callidina rediviva*	Moctezuma Fl. Mexico?, Carolina? — Fig. T. III. VI. 12.
LXVII.	453	*Lepadella ovalis*	Moctezuma Fl. Mexico? — Fig. T. III. VI. 13.
LXVIII.	454	*Monocerca Rattus*	New-York.
LXIX.	455	*Monostyla cornuta?*	New-York (nachträglich).

C. Plantarum particulae regulares siliceae, s. Phytolitharia.

LXX.	456	*Amphidiscus Anchora*	New-York.
	457	— *armatus*	New-York, Stratford Conn., Wrentham Mass., Boston Mass., Maine, Neufundland.
	458	— *clavatus*	Brasilien, Surinam, Boston Mass. — Fig. T. I. IV. 15b. II. II. 23.
	459	— *Martii*	Brasilien, Surinam, New-York, Andower, Newhaven et Stratford Conn., Smithfield Rhodes I., Boston Mass., Wrentham Mass., Maine. — Fig. T. II. II. 22. IV. I. 43.
	460	— *Rotula*	Brasilien, Cayenne, New-York, Andower, Newhaven, Stratford Connect., Smithfield Rhodes I., Boston, Pelham et Wrentham Mass., Maine. — Fig. T. II. I. 46. IV. I. 41. 42.
		— *Globul.* = *Lithosphaera*	
LXXI.	461	*Lithasteriscus oscul.*	Surinam. — Fig. T. II. II. 32.
	462	— *radiatus* (*radiosus*)	Surinam, Vera Cruz Mexico. — Fig. T. II. II. 34.
	463	— *reniform.*	Cuba I. — Fig. T. II. VI. 35.
	464	— *tuberculosus*	Brasilien, Surinam, Guiana angl., Vera-Cruz Mexico. — Fig. Taf. I. IV. 16b. II. II. 33.

LXXII.	465	*Lithodermatium*	*biconcavum*	Stratford Conn., Wrentham Mass.
	466	—	*fasciatum*	New-York.
	467	—	*macrostom.*	Quito.
	468	—	*Ossiculum*	Smithfield Rhodes I., Andower Mass.
	(= *Thylacium Oss.* 1841)			Wrentham Mass.
	469	—	*undulatum*	Stratford Conn., Smithfield Rhodes I.
LXXIII.	470	*Lithodontium*	*bicorne*	New-York.
	471	—	*Bursa*	Brasilien, Caraccas Venez. — Fig. T. I. iv. 12. II. iii. 8.
	472	—	*curvatum*	New-York, Andower Mass., Spencer Mass.
	473	—	*furcatum*	Chile, Cayenne, Surinam, Real del monte Mexico, San Miquel Mexico, Vera-Cruz Mexico, New-York, Newhaven Conn., Smithfield Rhodes I., Boston et Wrentham Mass., Maine, Kotzebue's Sund. — Fig. T. I. ii. 38. II. i. 52. II. ii. 39. 40. III. i. 51. III. iii. 14.
	474	—	*nasutum*	Cayenne, Surinam, Guiana angl., Vera-Cruz Mexico, New-York, Stratford Conn., Smithfield Rhodes I., Andower Mass., Spencer Mass. — Fig. T. II. i. 54. II. ii. 41.
	475	—	*platyodon*	Wrentham Mass.
	476	—	*Rhombus*	New-York.
	477	—	*rostratum*	Cayenne, Guiana angl., Wrentham Mass. — Fig. T. II. i. 51.
	478	—	*scabrum*	Kotzebue's Sund.
	479	—	*truncat.*	Brasilien, Cayenne. — Fig. T. II. i. 53.
LXXIV.	480	*Lithosphaera*	*Argus*	Vera-Cruz Mexico.
	481	—	*didyma*	Vera-Cruz Mexico.
	482	—	*osculata*	Vera-Cruz Mexico.
	483	—	*ovata*	Vera-Cruz Mexico.
	484	—	*reniform.*	Vera-Cruz Mexico.

	485	LITHOSPHAERA *stellulosa*	Vera-Cruz Mexico.
LXXV.	486	LITHOSTYLIDIUM *amphiodon*	Cayenne, Surinam, Guiana angl., Caraccas, Martinique I., Guadeloupe I., San Pedro y San Pablo Mex., Atotonilco el Gr. Mex., New-York, Andower Conn., Smithfield Rhodes I., Andower Mass., Spencer Mass., Wrentham Mass., Maine, Island, Kotzebue's Sund. — Fig. T. I. IV. 14. 16a. II. I. 57. II. II. 35. II. III. 6. II. V. 8.
	487	— *articulatum*	Brasilien. — Fig. Taf. I. IV. 13.
	488	— *bicorne*	Quito.
	489	— *Catena*	Cayenne, — Fig. T. II. I. 55d.
	490	— *Clepsammid.*	Cayenne. — Fig. Taf. II. I. 55a.b.
	491	— *calcaratum*	Real del monte Mex., San Pedro y San Pablo Mex., San Miquel Mex., Vera-Cruz Mexico, Smithfield Rhodes I., Wrentham Mass. — Fig. Taf. III. I. 52. III. III. 15.
	492	— *crenulatum*	Quito, Spencer Mass., Island.
	493	— *crucigerum*	Cayenne. — Fig. T. II. I. 55c.
	494	— *dentatum*	Chile, Cayenne, Quito, New-York. — Fig. T. I. II. 33. II. I. 58.
	495	— *fusiforme*	Chile. — Fig. Taf. I. II. 34 et 36.
	496	— *geniculatum*	Surinam. — Fig. Taf. II. II. 38.
	497	— *macrodon*	Brasilien. — Fig. Taf. I. IV. 15a.
	498	— *obliquum*	Andower Conn., Smithfield Rhodes I., Boston et Wrentham Mass.
	499	— *ovatum*	Surinam. — Fig. T. II. II. 37.
	500	— *polyedrum*	Cayenne, Guadeloupe I., San Pedro y San Pablo Mex., Island, Kotzebue's Sund. — Fig. Taf. II. I. 61. II. V. 9.
	501	— *polypterum*	Quito.
	502	— *quadratum*	Chile, Brasilien, Cayenne, Surinam, Guiana anglica, Caraccas, Wrentham

			Mass. — Fig. Taf. I. ii. 35. II. i. 56. II. iii. 7.
	503	*Lithostylidium rude*	Brasilien, Quito, San Pedro y San Pablo Mex., Andower et Stratford Conn., Smithfield Rhodes I., Wrentham Mass., Island, Kotzebue's Sund.
	504	— *serpentin.*	Boston Mass., Wrentham Mass.
	505	— *Serra*	Chile? (cfr. *amphiodon*), Brasilien, Cayenne, Surinam, Guiana angl., Quito, Martinique I., Real del monte Mex., San Miquel, Atotonilco el Gr. Mex., Vera-Cruz Mexico, Andower Conn., Smithfield Rhodes I., Labrador. — Fig. Taf. I. ii. 37. II. i. 59. 60. II. ii. 36. III. i. 50. III. iii. 13.
LXXVI.	506	*Pileolus paradoxus*	Vera-Cruz Mexico.
LXXVII.	507	*Spongilla Erinaceus*	Brasilien, Cayenne, New-York, Andower et Newhaven Conn., Smithfield Rhodes I., Andower Mass., Boston Mass., Bridgwater Mass., Maine, Neufundland. — Fig. T. II. i. 49.
	508	— *lacustris*	Chile, Peru, Brasilien, Cayenne, Caraccas, San Miquel et Atotonilco Mex., New-York, Andower et Newhaven Conn., Stratford Conn., Smithfield Rhodes I., Boston Mass., Maine, Bridgwater Mass., Pelham Mass., Neufundland. — Fig. T. I. ii. 32. I. iii. 2u. II. i. 48. II. iii 5.
LXXVIII.	509	*Spongolithis acicular.*	Maluinen I., Peru, Surinam, Cuba I., Vera Cruz Mex., Richmond Virgin., Providence Rhodes I., Spitzbergen. — Fig. Taf. I. i. 28. I. iii. 29. II. ii. 24. II. vi. 35.
	510	— *Acus*	Surinam, Cuba I., Vera-Cruz Mexico.

			— Fig. Taf. II. II. 28. II. VI. 36. III. VI. 39.
511	SPONGOLITHIS	*Agaricus*	Vera-Cruz Mexico. — Fig. Taf. III. VII. 38.
512	—	*anceps*	Surinam, Vera-Cruz Mex. —Fig. T. II. II. 26b?
513	—	*St. Andreae*	Maine B.
514	—	*Anchora*	Vera-Cruz Mex. — Fig. T. III. VII. 36.
515	—	*apiculata*	Surinam, New-York, Wrentham Mass. Fig. Taf. II. II. 29.
516	—	*Aratrum*	Newhaven Conn.
517	—	*armata*	Vera-Cruz Mexico.
518	—	*aspera*	Maluinen I., New-York, Providence Rhodes I., Wrentham Mass., Maine. — Fig. T. I. 2. 9.
519	—	*capitata*	Maluinen I., St. Domingo I. — Fig. T. I. I. 34. II. IV. 13.
520	—	*Caput Serpentis*	Richmond Virgin.
521	—	*cenocephala*	Maluinen I., Surinam, Guiana anglica, Vera-Cruz Mexico, Richmond Virg. Fig. T. I. I. 32. II. II. 31.
522	—	*Clavus*	Maluinen I., (St. Domingo I.?) Vera-Cruz Mexico, Richmond Virginien. — Fig. T. I. I. 35. (II. IV. 13?) III. VII. 40.
523	—	*Crux*	Maine B.
524	—	*fistulosa*	Cayenne. — Fig. T. II. I. 50.
525	—	*foraminosa*	Cayenne, Surinam, Richmond Virgin., Maine B. — Fig. Taf. II. I. 47. II. II. 30.
526	—	*Fustis*	Maluinen I., Peru, Cayenne, Surinam, Cuba I., Vera-Cruz Mexico, Richmond Virgin. — Fig. T. I. I. 29-31. I. III. 30. II. II. 26a.
527	—	*herculeana*	Maine B.

528	SPONGOLITHIS	*inflexa*	Brasilien (*Spongilla*), Surinam, New-York, Newhaven Conn. — Fig. Taf. II. II. 27.
529	—	*mesogong.*	New-York, Wrentham Mass.
530	—	*Monile*	Wrentham Mass.
531	—	*neptunia*	Vera-Cruz Mexico.
532	—	*obtusa*	Brasilien (*Spongilla [rudis]*), Cayenne, Surinam. — Fig. Taf. II. II. 25.
533	—	*Palus*	Maine B.
534	—	*Pilobolus*	Vera-Cruz Mex.
535	—	*philippensis*	Stratford Conn., Maine II.
536	—	*ramosa*	Maine B.
537	—	*setosa*	Wrentham Mass.? Maine II.
538	—	*tracheotyl.*	Stratford Conn.
—	—	*rudis v. obtusa*	
539	—	*Triceras*	Cuba I., Vera-Cruz Mexico. — Fig. T. II. VI. 37.
540	—	*uncinata*	Vera-Cruz Mexico. — Fig. Taf. III. VII. 37.
541	—	*Zygaena*	Vera-Cruz Mex.
LXXIX. 542	SPONGOPHYLLIUM	*cancellatum*	Vera-Cruz Mex.
LXXX. 543	THYLACIUM	*semiorbicul.*	Brasilien, Quito, Martinique I., Newhaven Conn., Island.

D. Plantarum particulae regulares molles:

LXXXI. 544	*Pollen Pini*		New-York, Boston Mass. — Fig. Taf. IV. I. 44.
545	—	—?	New-York. — Fig. Taf. IV. I. 45.

E. Entomostracorum fragmenta calcarea:

LXXXII. 546	*Cyclopis testae fragm.*	New-York.

F. Annulatorum involucra calcarea.

547	*Serpula? Discus*	Spitzbergen.

G. Polythalamia, Kalkschalige Schnörkel-Corallen oder Polythalamien.

LXXXIII. 548 *ALLOTHECA *megath.* Vera-Cruz Mex. — Fig. T. III. VII. 49.
LXXXIV. 549 *Biloculina *elongata* Vera-Cruz Mex.
550 — **tenella*
LXXXV. 551 *Cristellaria *vitrea* Vera-Cruz Mex. — Fig. T. III. VII. 47.
LXXXVI. 552 *Dimorphina *Planular.* Vera-Cruz Mex.
553 — **tenella* Vera-Cruz Mex.
LXXXVII. 554 *ENTROCHUS *septatus* Vera-Cruz Mex.
LXXXVIII. 555 *GRAMMOSTOMUM *gracile* Vera-Cruz Mex.
556 — **plicatum* Vera-Cruz Mex.
557 — **porosum* Vera-Cruz Mex.
558 — **tenue* Vera-Cruz Mex. — Fig. T. III. VII. 45.
LXXXIX. 559 *MEGATHYRA *dilatata* Vera-Cruz Mex.
560 — **Planul.* Vera-Cruz Mex.
XC. 561 *Nonionina *arctica* Spitzbergen.
562 — **integra* Vera-Cruz Mex.
563 — **Millepora* Vera-Cruz Mex. — Fig. T. III. VII. 50.
XCI. 564 *PHANEROSTOMUM *integerrimum* Vera-Cruz Mex.
565 — **ocellatum* Vera-Cruz Mex.
XCII. 566 *Planularia ?*Pelagi* Vera-Cruz Mex. — Fig. T. III. VII. 43.
XCIII. 567 *Planulina *areolata* Vera-Cruz Mex.
568 — **Argus* Vera-Cruz Mex.
569 — **aspera* Vera-Cruz Mex.
570 — **Oceani* Vera-Cruz Mex.
571 — **tenuis* Vera-Cruz Mex. — Fig. T. III. VII. 48.
XCIV. 572 *Polymorphina *austrl.* Vera-Cruz Mex.
XCV. 573 *PTYGOSTOMUM *oligoporum* Vera-Cruz Mex. — Fig. T. III. VII. 51.
XCVI. 574 *Rosalina globigera* Vera-Cruz Mex.
575 — **micropora* Vera-Cruz Mex.
576 — **tenerrima* Vera-Cruz Mex.
XCVII. 577 *Rotalia *Antillarum* Cuba I.

	578	*Rotalia *borealis*	Spitzbergen.
	579	— **Cochlea*	Cuba I. — Fig. T. II. 42.
	580	— **depressa*	Cuba I.
	581	— **egena*	Cuba I. — Fig. T. II. 43.
	582	— **glaucopis*	Cuba I.
	583	— *globulosa*	Vera-Cruz Mex., Spencer Mass.
	584	— **pelagica*	Vera-Cruz Mex.
	585	— *perforata*	Cuba I. — Fig. T. II. vi. 41.
	586	— **peruviana*	Peru. — Fig. T. I. iii. 31.
XCVIII.	587	*Sorites *edentulus*	Vera-Cruz Mex.
XCIX.	588	*Spiroloculina *ambullar.*	Vera-Cruz Mex.
	589	— **Lagena*	Vera-Cruz Mex. — Fig. T. III. vii. 42.
	590	— **vulgaris*	Vera-Cruz Mex.
C.	591	*Textilaria aculeata*	Vera-Cruz Mex.
	592	— **americana*	Ober Missouri (fossil).
	593	— **areolata*	Vera-Cruz Mex.
	594	— *globulosa*	Vera-Cruz Mex.
	595	— **incrassata*	Vera-Cruz Mex.
	596	— *ocellata*	Vera-Cruz Mex. — Fig. T. III. vii. 44.
	—	— *plicata* (1841 = *Grammostomum pl.*)	
	597	— **semipunctata*	Cuba I. — Fig. T. II. vi. 44.
	598	— **stichopora*	Vera-Cruz Mex. — Fig. T. III. vii. 46.
CI.	599	*Triloculina *Antillarum*	Cuba I. — Fig. T. II. vi. 39.
	600	— **trigonula*	Spitzbergen.
	601	— **turgida*	Cuba I. — Fig. T. II. vi. 40.
CII.	602	*Uvigerina *borealis*	Spitzbergen.
CIII.	*603	—?	Vera-Cruz Mex.

Von Herrn Alcide d'Orbigny sind aufserdem an solchen kleinen kalkschaligen Organismen, die man noch mit blofsem Auge gut sehen kann, und die ich bei meinen eigenen Beobachtungen hier gar nicht berücksichtigt habe, die aber ebenfalls der Gruppe der Polythalamien angehören, folgende 27 amerikanische Formen des Meeres-Sandes, meist von den Antillen, verzeichnet worden, die er in 17 Genera vertheilt hat:

1 *Amphistegina gibba*
2 *Calcarina Calcar*
3 *Cristellaria gibba*
4 *Dendritina Antillarum*
5 *Gyroidina carinata*
6 *Lingulina carinata*
7 *Nonionina communis*
8 — *elegans*
9 *Orbiculina numismalis*
10 *Planularia Crepidula*
11 *Polystomella angularis*
12 — *Lessonii*
13 *Quinqueloculina variolata*
14 — *vulgaris*
15 *Robulina marginata*
16 *Rosalina opercularia*
17 — *semistriata*
18 — *valvulata*
19 *Rotalia armata*
20 — *deformis*
21 — *rosea*
22 — *squamosa*
23 *Triloculina Brongniartii*
24 — *oblonga*
25 — *suborbicularis*
26 *Truncatulina Miquelonensis*
27 *Turbinularia Beccarii.*

Die *Rotalia armata* ist auf den Antillen und in Cayenne beobachtet. Die *Nonionina elegans* und *Truncatulina Miquelonensis* sind von Neufundland, das *Polystomatium* (*Polystomella*) *Lessonii* von den Maluinen, alle übri- sind von den Antillen.

Einige wenige der früher angegebenen und in dem Auszuge in den Monatsberichten von 1841 angeführten, aber nicht mit Diagnosen befestigten und hier fehlenden Namen sind mit zweckmäfsigeren vertauscht worden und haben mithin keine weitere Geltung. Die Zahl der Synonyme mit ihnen zu mehren schien unzweckmäfsig.

V. Characteristik der neuen Genera und Species.

Sämmtliche im vorigen Abschnitte aufgezählten amerikanischen Lebensformen gehören schon bekannten Klassen von Organismen an. Auch gehört kein einziger der selbstständigen Organismen zu einer bisher unbekannten Familie. Allein es sind unter den 603 Arten, welche in 103 Generibus untergebracht sind, 25 bisher meistentheils ganz unbekannte, theils wenigstens noch nicht ganz fest aufgestellte Genera, welche hier in Kürze näher zu characterisiren sind.

Nur die Gruppe, welche ich mit dem Namen *Phytolitharia* bezeichne, ist neu und kommt einer eigenen Familie gleich, sie enthält aber keine selbst-

ständigen Organismen, sondern nur regelmäſsige Theile von selbstständigen Organismen.

Rücksichtlich des vorhergehenden Verzeichnisses und der hier folgenden Diagnosen bemerke ich noch, daſs diese Bestimmungen amerikanischer Formen nicht den Grad von Abrundung in der Beobachtung haben konnten, als ich ihn bei den europäischen Formen zu erreichen gesucht habe. Oft sah ich von den amerikanischen nur wenige, zuweilen einzelne etwas unklare Exemplare, zuweilen auch nur characteristische Fragmente. Dennoch schien es mir zweckmäſsig die Beobachtung festzuhalten. Einen Maaſsstab für diese Bemerkung und ihre Ursache findet man in den beigefügten Abbildungen.

Auch was Species und Varietäten anlangt, ist einer weiteren Entwickelung überlassen. Es galt hier Gleichheit oder Ungleichheit der Form in verschiedenen Erdgegenden zu ermitteln. Ob diese zuweilen Varietäten einer und derselben Species waren, lieſs sich oft jetzt nicht entscheiden und es waren doch Namen für die Formen zu geben, um den wichtigeren Zweck der geographischen Übersicht zu erlangen.

A. Characteristik von 10 neuen Generibus der Polygastrica.

I. *Actinoptychus,* Fächer-Dose. Tafel I. i. 27. I. iii. 22.

Genus e familia Bacillariorum, sectione Naviculaceorum. Testulis siliceis orbicularibus binis in discum aut formam lenticularem conjunctis, septis internis radiatis in totidem loculos divisis.

Diese Formen verband ich früher mit den Formen der Gattung *Actinocyclus* unter dem letzteren Namen. Die groſse Zahl von Arten nöthigt jetzt Abtheilungen zu machen und es giebt wesentliche generische Merkmale für beide Gruppen. Beide schlieſsen sich zunächst an *Pyxidicula,* nicht an *Gallionella,* wie ich früher vermuthete, weil sie nie Ketten bilden, sondern eine vollständig abschlieſsende Selbsttheilung haben. Von *Pyxidicula* unterscheiden sich beide durch eine strahlige Schalenbildung. Diese Strahlen sind bei *Actinocyclus* ohne Verbindung mit innern gleichlaufenden Leisten oder Wänden, indem der innere Raum dieser Formen ungetheilt ist. Bei *Actinoptychus* ist er durch mit den Strahlen gleichlaufende Wände oder Falten getheilt. In der Abhandlung über die jetzt lebenden Kreidethiere 1840 habe ich diese Structur schon zur Unterabtheilung benutzt, sie hat aber offenbar generischen Werth.

II. *Amphipentas,* Fünfeck. Tafel II. vi. Fig. 9.
Genus e familia Naviculaceorum. Animalculum liberum, lorica simplici (bivalvi) pentagona silicea.

Man vergl. die Abhandlung über die jetztlebenden Kreidethiere 1840 p. 43, wo dieser Gattung nebenbei Erwähnung geschehen.

III. *Amphiprora,* Wechselstirn. Tafel II. vi. Fig. 28.
Genus e familia Bacillariorum, sectione Naviculaceorum. Characteres *Pinnulariae,* sed aperturae binae terminales utrinque mediae nec marginales.

IV. *Climacosphenia,* Treppenkeilchen. Taf. II. vi. Fig. 1.
Genus e familia Bacillariorum, sectione Echinelleorum. Lorica simplex silicea, singula longior quam lata, sessilis aut libera, cuneata, septis internis transversis loculosa, tanquam scalaris. (= *Podosphenia*, an *Echinella?* septis internis a latere loculosa et scalaris.)

V. *Goniothecium,* Krystallsäulchen.
Genus e familia Bacillariorum, sectione Naviculaceorum. Lorica simplex silicea teres nunquam catenata, strictura media (fine utroque subito attenuato et truncato hinc tanquam anguloso. = *Pyxidicula* media constricta utrinque truncata).

VI. *Mesocena,* Dornenring. Tafel I. iii. Fig. 26. 27.
Genus e Familia Bacillariorum, nova sectione Lithotheciorum. Lorica simplex silicea univalvis, annulum circularem aut angulosum, saepe spinescentem referens (= *Dictyocha* cellulis mediis destituta).

Als Unterabtheilung von *Dictyocha* ist diese Formenreihe bereits 1840 abgesondert worden. Der Mangel der mittleren Zellen scheint aber eine schärfere Trennung zu verlangen.

Da übrigens die systematische Stellung dieser sämmtlichen früher (1839) als *Dictyocha* verzeichneten Formen seit Entdeckung des lebenden Thieres bei Kiel (1840) sich entschieden hat, so sind diese Formen nun bei den Bacillarien einzureihen, bei denen wieder die Desmidiaceen die ihnen verwandteste Gruppe bilden würden. Da aber alle bisher bekannten Desmidiaceen nur häutige Panzer besitzen, so schien es zweckmäfsig diesen kieselschaligen Formen zunächst bei den Desmidiaceen eine besondere Abtheilung (*Lithothecia*) anzuweisen. Man vergleiche den kalkschaligen *Coniocyclus.*

VI. *Podosira,* Stielkette. Taf. I. III. 34.

Diese bis jetzt nur amerikanische Gattung sollte hier in der Reihe nicht fehlen, ist aber schon 1840 in der Abhandlung über die jetzt lebenden Kreidethiere p. 48. ausführlich bezeichnet worden.

VII. *Rhizosolenia,* Zaser-Röhrchen.

Genus e familia Bacillariorum, sectione Naviculaceorum. Characteres *Pyxidiculae* aut *Gallionellae,* loricae tubulosae altero fine rotundato clauso, altero attenuato multifido, tanquam radiculoso.

Eine sonderbare, systematisch unsichere, aber ausgezeichnete Form, von welcher ich nur 3 Exemplare gesehen habe, die sämmtlich nicht ganz vollständig waren.

VIII. *Sphenosira,* Keilkette. Taf. III. I. 27. IV. 12.

Genus e familia Bacillariorum, sectione Naviculaceorum. Characteres Fragilariae, sed bacillorum forma in adverso latere cuneata, *Gomphonematis* speciem referens.

IX. *Spirillina,* Kieselspirale. Taf. III. VII. 41.

Genus e familia Arcellinorum? Lorica tubulosa spiralis silicea, Planorbem referens. (= *Difflugia* lorica silicea).

Vielleicht gehört noch die *Spirulina Ammonis* des Herrn Bory de St. Vincent in diese Gattung, deren Name schon 1825 von Bory gegeben wurde, die aber leicht eine kleine *Planorbis* gewesen sein kann. Da der Name *Spirolina* von Lamarck, welcher noch früher ist, sprachwidrige Bildung hat, so ist er von mir bei den Polythalamien in *Spirulina* verwandelt worden, wie es offenbar gemeint war. Bory's *Spirulina* habe ich denn jetzt in *Spirillina* umgewandelt. — Säure wirkte nicht auf die Schale.

X. *Terpsinoë,* Musikthierchen. Tafel III. IV. 1. VII. 30.

Genus e familia Bacillariorum, sectione Naviculaceorum. Lorica simplex bivalvis silicea compressa quadrangula libera, latior quam longa, trilocularis, loculi singuli septis binis medio interruptis ibique incrassatis, hinc 6. signorum musicorum duplicem oppositam seriem referentibus.

Dieser höchst ausgezeichneten Form zunächst steht die asiatische und afrikanische Gattung *Tetragramma,* welche in einfacher Zelle 4 notenförmige Zwischenwände hat und fast eben so lang als breit ist. Beide reihen sich an *Grammatophora,* sind aber weit voluminöser.

B. Characteristik von 9 Generibus der regelmäfsigen kieselerdigen unkrystallinischen Pflanzentheile, *Phytolitharia.*

Mit dem Namen *Phytolitharia* bezeichne ich hier zuerst, im Gegensatz von einer eben so wichtigen Gruppe der kalkerdigen *Zoolitharia,* eine Gruppe von regelmäfsigen kieselerdigen Körperchen organischen Ursprungs, welche für Bildung von Erden- und Steinmassen ganz denselben Werth haben, wie die kieselschaligen Infusorien, die auch, eben so wie diese, geologisch dazu dienen können, sichre Schlüsse darüber zu machen, ob gewisse Bildungen See- oder Süfswasserbildungen sind, ob sie der Jetztwelt oder der Vorzeit angehören, und bei immer intensiver fortgesetzten Studien wird es auch immer möglicher werden, noch feinere Unterscheidungen durch Beobachtung dieser Formen wie der Infusorien und Polythalamien, selbst für geologische Zwecke zu erringen.

Diese wichtige, bisher ganz unbeachtet gebliebene Gruppe von Erscheinungen, welche sich dem blofsen Auge einzeln gar nicht, unter dem Mikroskop aber bedeutend bemerklich macht, war zwar schon im Allgemeinen in so fern bekannt, als man wufste, dafs es in gewissen Pflanzen Kieselabsonderungen gebe. Allein dafs diese Absonderungen regelmäfsige Körper bilden, die man systematisch ordnen kann, die unter allen Climaten und in sehr verschiedenen Pflanzenkörpern gleichartig wiederkehren, die endlich einen geologischen Werth erlangen könnten, das war bisher von Niemand ausgesprochen noch vermuthet worden.

Es könnte zwar scheinen, als ob die von mir gegebene Systematik und Namens-Verzeichnisse deshalb überflüssig oder unrichtig aufgefafst wären, weil zuweilen mehrere, ja viele solcher verschiedenen Formen in einem einzelnen Individio eines Schwammes oder einer *Tethya* vorkommen, allein das hat keinen Einflufs auf den hier vor Augen liegenden wichtigen Zweck. Es sind besondere, oft gesondert vorkommende regelmäfsige Formen, oft sehr entschieden gleichartige Theile, Bausteine, ganz verschiedener Organismen, welche eine geographische Verbreitung organischer ähnlicher oder gleicher Verhältnisse mit Sicherheit ermitteln lassen. Den Ursprung aller dieser Körperchen mit entschiedener Sicherheit nachzuweisen wird noch eine lange Beschäftigung und viele dem Glück und Zufall anheimfallende Umstände erheischen. Bis dahin möge die hier vorgeschlagene systematische Methode mit

ihren Namen den allgemeineren Beziehungen für klare Auffassung zu Hülfe kommen. Was keinen Namen hat existirt nicht für die Wissenschaft und kann nicht verglichen werden. Später wird man die meisten dieser Formen zu ihren Pflanzen und Thieren zu stellen wissen.

Im Allgemeinen ist noch zu bemerken, dafs diese Formen schon seit 1837 und 1839 in meinen Vorträgen über die fossilen Infusorien-Erden als *Spongiarum* et *Spongillarum* aut *Tethyarum* particulae namentlich verzeichnet worden sind. Die Aufmerksamkeit war schon viel früher auf sie gelenkt, allein die systematische Unterscheidung ist erst dann weiter ausgeführt worden, als sich ein geologisches Interesse daran knüpfte. In der Zwischenzeit sind auch in England diese Verhältnisse bei den Schwämmen beobachtet worden, und Hr. Bowerbank hat mehrere Aufsätze darüber seit 1841 geliefert, ja sogar, wie auch Hr. Flemming, eigene Genera aus solchen Schwämmen gebildet, die er von *Tethyen* nicht scharf unterschieden zu haben scheint. Die von ihm gegebenen Abbildungen solcher Verhältnisse werden hier citirt. Einige dieser pflanzlichen Kieselabsonderungen sind, auf mein Anrathen, 1835 schon von Herrn Struve zu seiner Inaugural-Dissertation benutzt worden, die in Herrn H. Rose's Laboratorium von ihm mit Fleifs ausgeführt worden ist, die auch Abbildungen enthält, welche hier an ihrem Orte angeführt werden. Sehr viel mehr Abbildungen und Details sind seit Jahren schon für das gröfsere Werk über die fossilen mikroskopischen Verhältnisse in Kupfer gestochen und zusammengestellt worden.

XI. *Lithasteriscus,* Kieselsternchen.

Globuli rotundi oblongi reniformes aut constricti, superficie saepe aspera, tuberculosa aut longius radiata, silicei nec porosi.

In Tethyarum cortice denso agmine obvii, similes in Spongiis nonnullis sparsi. (1)

XII.? *Amphidiscus,* Glücksrädchen.

Particulae siliceae lineares utroque fine dilatatae, saepe tanquam rotulis duabus inclusae, laeves aut hispidae.

---

(1) Solche *Lithasterisca* aus lebenden *Spongien* sind von Herrn Bowerbank in den *Transactions of the Microscopical Society of London* Vol. I. Taf. VI. 1841 abgebildet. In den *Tethyen* (*T. Citharis* Lam.?) hat sie auch Dr. Peters 1842 beobachtet und der Berliner Gesellschaft Naturforsch. Freunde vorgelegt.

Diese Formen habe ich 1840 (Berichte der Akademie, November) zu den *Bacillarien* gezogen, halte sie aber jetzt für Pflanzentheile.

XIII. *Lithodermatium,* Kieselhäutchen.

Particulae laminares, siliceae, solidae, difformes, in superficie regulariter varie sculptae.

Ex Equisetorum, Palmarum et Graminearum epidermide oriundae.(1)

XIV. *Lithodontium,* Kieselzähnchen.

Particulae siliceae subtriangulae aut furcatae, intus saepius cavae, Squalorum dentibus forma fere similes.

Has particulas Graminearum nonnullarum denticulos foliorum marginales esse observavi.

XV. *Lithosphaera,* Siebkugel.

Globuli rotundi oblongi reniformes aut constricti superficie porosa, poris interdum stellatis.

E cortice Tethyarum.

XVI. *Lithostylidium,* Kiesel-Stiftchen.

Particulae siliceae styliformes saepe compressae alataeque marginibus dentatis, saepe intus cavae.

E Graminearum cellulis internis.

XVII.? *Pileolus.* Kiesel-Hütchen.

Particulae campanulatae intus cavae (siliceae?), pilei forma.

An fragmenta Spongolithidis Agarici? Coniocorynae?

XVIII. *Spongolithis,* Schwamm-Nadel.

Particulae aciculares, hami, furcae. acus, clavae, uncini, Agarici aut anchorae, crucis aut stellae specie, siliceae, laeves aut asperae, solidae cavaeve, integrae aut porosae.(2)

E Tethyis et Spongiis marinis.

---

(1) In Dr. Struve's Inaugural-Dissertation *de Silicia in plantis nonnullis* Berolini 1835 sind einige Abbildungen: Fig. 1. und 2. ist *Lithod. Equiseti hyemalis.* Fig. 4. ist *L. Equiseti limosi,* Fig. 5 *L. E. arvensis* und Fig. 6. *L. Calami Rotang.* Keine von diesen Formen ist bis jetzt fossil vorgekommen.

(2) In Herrn Bowerbanks Abhandlung (*Microscop. Society of London* Vol. I. p. 63. 1842) sind mehrere Abbildungen solcher Spongolithen aus jetzt lebenden Seeschwämmen der Nordsee, vielleicht *Tethyen,* die der Verfasser nicht glücklich *Pachymatisma Jonstonia* und *Dus-*

Spongilla, Fluſsschwamm-Nadel.

Diese aus Fluſsschwämmen stammenden, meist dünneren, Nadeln, die auch nie vorn knopfartig, noch auch ankerartig sind, habe ich bisher aus geologischen Gründen von den Spongolithen gesondert gehalten. Da es aber doch keinen scharf trennenden systematischen Charakter für sie zu geben scheint, so schlieſse ich sie von nun an den Spongolithen ganz an. *Spongilla lacustris, Erinaceus* = *Spongolithis lacustris, Erinaceus* u. s. w.

Diese Nadeln wurden früher von Lyngbye als *Echinella acuta* bei den Algen und von Bory bei den Infusorien als *Lunulina diaphana* verzeichnet.

XIX. *Spongophyllium,* Kieselblättchen.

Particulae laminares figura variae, saepe alatae, porosae, tenues, fractae, siliceae.

E. Spongiis marinis oriundae videntur, incertae originis.

XX. *Thylacium,* Steinbeutelchen.

Particulae semiorbiculares, triquetrae et globuli segmento similes, foveolatae laeves aut hispidae, intus cavae.

---

eideia Kirkii, als besondere Genera, benennt. Die dargestellten Formen werden von mir, wie folgt, namentlich verzeichnet:

1	*Spongolithis triceros*	Taf. 6.	Fig. 5.
2	— *Fustis*	—	Fig. 7a.
3	— *ramosa*	—	Fig. 3. 4.
		Taf. 7.	Fig. 5.
4	— *acicularis*	—	Fig. 1.
5	— *Caput serpentis*	—	Fig. 2.
6	— *cenocephala*	—	Fig. 3.
7	— *aspera*	—	Fig. 4.
8	— *uncinata*	—	Fig. 6:

Derselbe Beobachter hat auch in den *Annals and Magazine of Natural history* Vol. VII. pl. III. Fig. 4. noch eine andere Form abgebildet, die ich als *Spongol. Anchora* bezeichnet habe. Die Schwämme mit 3-strahligen Spongolithen (*Spongol. triceros*) hat Hr. Flemming als besonderes Genus, *Grantia,* abgesondert. Diese selben Spongolithen hat Herr v. Lobarzewski in v. Schlechtendals botanischer Zeitschrift Linnea 1840 als besonderes Genus von Algen (*Triceras paradoxus*) mit mehreren Infusorien beschrieben und abgebildet, dabei aber hier und da von thierischen Ovarien gesprochen. Seine *Bacillaria adriatica* ist *Grammatophora oceanica,* seine *Synedra gigantea* ist *Echinella fulgens.*

Incertae originis.

Dieser Name umfafste früher, bis 1841, auch einige Formen der jetzt als *Lithodontium* verzeichneten Körperchen. (1)

C. Characteristik von 5 neuen Generibus aus der Klasse der kalkschaligen Polythalamien.

XXI. *Allotheca,* Wechselrädchen.

Familia *Rotalinorum.* Cellulae non equitantes sed spiram perfectam alternae tegentes, hinc spira ab utroque latere semitecta (utrinque conspicua) apertura in cujusvis cellulae sinistro latere rotunda simplici. — *Rotaliae* affinis forma.

---

(1) An diese kieselerdigen geformten Theile schliefsen sich noch kalkerdige kleine Theile an, welche sich im Meeresschlamm zu finden pflegen. Schon vor einigen Jahren habe ich auf die geformten kleinen Steinchen aus Kalkerde (kohlensaurem Kalk) aufmerksam gemacht, welche sich in den weichen Theilen der *Halcyoninen* und *Gorgoninen* u. s. w. finden (Beiträge zur Kenntnifs der Corallenthiere 1834 pag. 20). Eben solche Steinchen habe ich bei den *Holothurien* in wieder anderer, sehr eigenthümlich schnallenartiger, ankerartiger und noch anderer Form angezeigt. Während meines Aufenthaltes am rothen Meere in den Jahren 1823 und 1825 habe ich viele dergleichen Beobachtungen gesammelt und in den Abhandlungen der Akademie über die Akalephen und die *Medusa aurita* 1836 pag. 59, sowie schon 1833 in Poggendorff's Annalen der Physik B. 28, St. 3, p. 465, 466 ihrer Erwähnung gethan. Die zahllosen Knochentheilchen des Skeletts der *Echinen Asterien* und gar vieler anderer Seethiere geben eine sehr breite Basis für diese Betrachtungen. Neuerlich hat besonders Herr Quatrefages seine speciellere und umsichtige Aufmerksamkeit auf eine Reihe solcher Erscheinungen gelenkt, die er bei einer *Holothurie,* deren Formen ich am rothen Meere ebenfalls studirt hatte, und die er *Synapta* nennt, fand. Diese Arbeit ist Ende November 1841 in Paris vorgetragen worden. *Annal. d. sc. nat.* II. Serie Tom. 17.

Jedenfalls ist es nun wichtig bei mikroskopischen Analysen von Erdarten sich aller dieser Formen als nicht selbstständiger Organismen, vielmehr als organischer Theile und Fragmente zu erinnern, und eben so wichtig ist es, diese Körperchen sofort mit bezeichnenden Benennungen festzuhalten und sogar selbst als Vergleichungspunkte zu benutzen.

Da es zur scharfen Unterscheidung aller Formen unerläfslich ist mit chemischen Mitteln sich zu überzeugen, ob die Körperchen aus Kieselerde oder Kalkerde bestehen, da man oft nur einzelne hat, und da auch wo mehrere gefunden worden die chemischen Versuche feiner Art sein müssen, so sind viele Schwierigkeiten zu überwinden und an Mifsgriffen wird es eine zeitlang nicht fehlen, bis erst eine gewisse Menge feststehender Beobachtungen übersichtlich geworden ist.

Besonders irreleitend sind oft solche Verhältnisse, wo kleine geformte Kalktheile in organischen Schleim gehüllt sind und dadurch die Einwirkung von Säuren nicht gestatten.

XXII. *Entrochus,* Kreisel-Träubchen.

Familia *Uvellinorum,* cellularum serie spirali regulari, continua, apertura non conspicua, singulis cellulis (magnis) lineis (duabus) transversis tanquam totidem sepimentis divisis.

So sind meine Vorgänger in der Beobachtung der kleinen Kalkkrystalle in den Augenstielen der Medusen irre geleitet worden. Durch Zerquetschen und hin und her Bewegen der Objecte kann man solche Zweifel endlich mit Sicherheit entfernen. Einige von mir fraglich zu den Gattungen *Dictyocha* und *Mesocena* gezogenen Körperchen können leicht auch noch Kalktheilchen sein.

Es giebt für die nöthigen Übersichten auch dieser Erscheinungen kein anderes Mittel als Namengebung im Einzelnen und systematische Zusammenstellung. Diese wird zum Sammeln und Vergröſsern der Schemata anregen und das Material zur Vergleichung schnell befestigen. Ein groſses, geordnetes Material ist keine Last, nur Segen.

Ich schlage folgendes Schema vor:

Zoolitharia,

Kalkerdige geformte mikroskopische Theile organischer Körper.

Nadelartige	einfache	ohne Basalgelenk	Enden spitz	*Conioraphis,* Kalkspindel.
			Enden stumpf — E. gleichförmig	*Coniostylis,* Kalksäulchen.
			Enden stumpf — End. verdickt	*Coniocoryna,* Kalkknöpfch.
		mit Basalgelenk		*Coniocentrum,* Kalkstachel.
	ästige	hakenartige		*Coniocampyla,* Kalkhäkchen
		baumartige		*Coniodendron,* Kalkbäumch.
Plattenartige	dichte			*Coniopelta,* Kalkschildchen
	durchbrochne	ringartige		*Coniocyclus,* Kalkringelchen
		netzartige		*Coniodictyum,* Kalknetzchen.
Kugelartige	eckige			*Coniocybus,* Kalkwürfel
	runde			*Coniosphaera,* Kalkkugel.

Die von Herrn Quatrefages gegebenen Darstellungen führe ich mit folgenden Namen ein: Es finden sich in der *Synapta Duvernaea* 1) *Coniocampyla Duvernaeae* Taf. III. Fig. 2. 6. 7. 10. 11. 2) *C. nodosa* Fig. IV. T. 10. 3) *Coniodictyum Duvernaeae* Fig. 4. 5. 8. 9. 12. 13. 4) *Coniocyclus Ocellus* (*Duvernaeae*) T. IV. Fig. 3 ex parte, 5) *C. spinulosus,* Fig. 9. 6) *Conioraphis laevis* (*Duvernaeae*) Fig. 3 ex parte, 7) *C. inaequalis* Fig. 12. 8) *Coniocoryna reticulata* Fig. 8. 9) *C. Ossiculum* Fig. 3 ex. p. 10) *Coniodendron crispum* (*Duvernaeae*) F. 7. 11) *C. flexuosum* (*Duvernaeae*) F. 11.

Vielleicht ist *Dictyocha splendens* vom Meeresgrunde bei Vera-Cruz, die von Säure damals nicht angegriffen wurde, dennoch eine Kalkform, ein *Coniodictyum,* so wie *Spongolithis Anchora β* vielleicht eine *Coniocampyla* ist, die dann beide Hautschildchen eines *Echinoderma* (*Synapta*) sein könnten. In der Abhandlung über die Bildung der Kreidefelsen aus mikroskopischen Thieren 1839 p. 12 ist auf ähnliche Schwierigkeiten der Untersuchung aufmerksam gemacht worden, indem zuweilen auch mikroskopische kalkschalige Thiere frei verkieseln, wie die groſsen Muscheln.

Grammostomum, Goldbüchschen.

Familia *Textilarinorum.* Cellulae omnes alternae, apertura rostro destituta, a vertice decurrente, lineari aut oblonga. = (*Vulvulina d'Orbigny*).

XXIII. *Megathyra,* Thüren-Rädchen.

Familia *Rotalinorum,* spira a latere uno libera, complanata, margine simplici, apertura nuda in cujusvis cellulae pariete anteriore maxima, disco umbilicali nullo. — *Planulinae* affinior forma.

XXIV. *Phanerostomum,* Rundmündchen.

Familia *Rotalinorum.* Spira in utroque latere conspicua perfecta, uno latere plano, altero turgidulo, apertura frontis basali media distincta, rotunda, simplice. — *Planorbulinae* et *Rotaliae* affinis.

XXV. *Ptygostomum,* Faltenmund.

Familia *Rotalinorum.* Spira a latere uno tecta ibique turgida, ab altero latere libera, plana, margine integro, apertura in plica frontis basali media. — *Gyroidinae* affinis forma.

D. Kurze Characteristik von 309 neuen Thier-Arten.

A. Polygastricorum. 259 Species.

1 *Achnanthes rhomboides,* testulis valde turgidis, a ventre lanceolatis rhomboidibus, apicibus acutis.

2 *A. turgens,* testulis a latere ter longioribus quam latis, a ventre lanceolato-oblongis, obtusis. *A. pachypodis* habitu sed turgentior. *Icon!*

3 *Actinoptychus hexapterus,* radiis sex crassis solidis conicisque, margine crasso undulato, intus denticulato. An particula calcarea Echinodermatis? Coniopelta? *Icon!*

4 *A. nonarius,* sepimentis radiisque novem. *Icon!*

5 *A. denarius,* sepimentis radiisque decem.

Die sogenannte Madreporenplatte der Seesterne läfst sich als *Coniopelta gyrosa* (*Asteriae violaceae* u. s. w.), die eingelenkten oft sehr kleinen Stacheln der *Echinodermen* lassen sich als *Coniocentra* verzeichnen und festhalten.

Die geologischen Beziehungen dieser Thierfragmente werden, wenn auch anfangs sich eine Opposition gegen diese Namen bilden sollte, späterhin wahrscheinlich den Werth solcher Bezeichnungen mehr erkennen lassen, da sie bei meinen eignen Untersuchungen mir immer mehr zum Bedürfnifs geworden sind.

6 *A. vicenarius,* sepimentis radiisque viginti.

7 *A. Jupiter,* sepimentis radiisque viginti quatuor.

8 *Amphipentas? alternans,* testulae 5 lateribus concavis, angulis obtusis, medii alterius minoris pentagoni majoris angulis alternantibus, umbone medio circulari. — An particula calcarea Echinodermatis? Coniopelta? *Icon!*

9 *Amphiprora constricta,* testulis laevibus a latere mediis constrictis, habitu *Naviculae alatae. Icon?*

10 *A. navicularis,* oblonga testulis transverse striatis (pinnatis), a latere mediis turgidis, apicibus obtusis, habitu *Pinnulariae.*

11 *Amphora gracilis,* parva striata, media longitudinali taenia laevi, apicibus truncatis. *Icon!*

12 *A.? navicularis,* navicularis parva, apicibus acutis, ubique transverse striata. An *Cocconema?* Poros terminales non vidi. *Icon!*

13 *Arcella americana,* oblonga, apertura parva rotunda extra medium sita. *Icon!*

14 *A constricta*, ovata, apertura maxima marginali ibique leviter constricta. Multas vidi. *Icon!*

15 *A. disphaera,* oblonga, strictura fere media in globulos duos divisa, altero apertura marginali toto occupato. *Icon!*

16 *A. ecornis,* magna hemisphaerica, nec tessellata, apertura extra medium magna rotunda, margine testulae integro. Habitu *A. aculeatae. Icon!*

17 *A. lunata,* subglobosa magna, apertura semilunari magna extra medium sita.

18 *A. Nidus pendulus,* ovato-oblonga laxe areolata hyalina, apertura antica marginali oblonga. *Icon!*

19 *A. Pileus,* hemisphaerica depressa rufescens, subtilissime eleganter tessellata, apertura media rotunda. *Icon!*

20 *Arthrodesmus Taenia,* bacillis flexilibus angustis, octies fere longioribus quam latis, laevibus, habitu *Arth. striatuli,* tenuior. *Icon!*

21 *Biddulphia? laevis,* testulis laevibus, margine integerrimis, auriculis in quovis angulo minimis. *Icon Baileyi!* 1842.

22 *Campylodiscus radiosus,* testulis minoribus media parte laevibus, margine late et dense radiatis, radiis fere 70. *Icon!*

23 *C.? striatus,* testulae media transversa parte laevi, 13 striarum parallelarum serie utrinque duplici. *Icon!*

24 *Ceratoneis laminaris,* parva, testulae tenuissime striatae ellipticae apicibus subito styliformibus acutis. *Cocconeïs? Icon!*

25 *Climacosphenia moniligera,* testulis majoribus latere subtilissime striatis, septis 10-11. *Icon!*

26 *Closterium amblyonema,* filiforme cylindricum laeve utroque fine parum attenuatum apice rotundum. *Icon Baileyi!* 1841.

27 *Cl. crenulatum,* rectum, subclavatum, laeve, stricturae mediae margine tumido, apicibus truncatis, altero crenulato. *Icon!*

28 *Cl. Cucumis,* oblongum turgidum leviter curvum, laeve, apicibus obtusis. *Icon.*

29 *Cocconeis americana,* laevis, habitu *C. mexicanae* (striis obsoletis?)

30 *C. borealis,* minor, valde elongata elliptica, transverse striata (= *C. islandica* Mexico).

31 *C. concentrica,* minor, late elliptica, lineis longitudinalibus utrinque 4. *Icon!*

32 *C. decussata,* major, late elliptica, aspera, apiculorum seriebus decussatis. *Icon!*

33 *C. elongata,* minor, laevis, ovato-elliptica, plana. *Placentulae* affinis, semper paullo longior. An var?

34 *C. fasciata,* elliptica, major, longitudinaliter lineata, fascia laevi transversa media. *Icon!*

35 *C. Leptoceros,* major, punctato-striata rhomboides, apicibus longe rostratis, habitu *Amphicerotis,* rostris valde longioribus.

36 *C. longa,* parva, laevis, linearis, utrinque rotundata.

37 *C. mexicana,* rhomboides, punctato-striata, minor, apicibus obtusis parum productis. *C. Rhombo* minor, obtusior. *Icon!*

38 *C. praetexta,* major elliptica lineis longit. utrinque 6, margine lato laevi praetexta. *Icon!*

39 *C. punctata,* minor elliptica, lineis longitud. punctatis 8 utrinque. *Icon!*

40 *Cocconema Arcus,* lineare utroque latere curvum, striatum, obtusum, ventre medio non tumido.

41 *C.? acutum,* parvum, gracile, leviter curvum, laeve(?), utrinque acutum ventre medio turgidulo. *Naviculae amphioxydis* (curvae) habitu.

42 *C. cornutum,* majus, striatum, lunatum, ventre medio sensim tumido apicibus sensim longe attenuatis obtusis.

43 *C. Fusidium*, brevius, lunatum, turgidum striatum, cornubus parum productis subacutis, ventre tumido. *Icon!*

44 *C. gracile,* lineari lanceolatum rectum aut leviter curvum, dorso convexo, ventre plano, apicibus tenuibus subacutis. *Icon!*

45 *C. Leptoceros,* elongatum gracile leviter curvum, ventre medio subito tumido, apicibus attenuatis. *Icon!*

46 *C. Lunula,* semiorbiculare, subtiliter striatum parvum, ventre plano, dorso convexo, cornubus obsoletis. Proximum *C. Cistulae. Icon!*

Hae omnes formae distinguendae sunt, cum possint distingui, de specifico characterum valore sensim firmius judicium eruetur.

47 *Coscinodiscus concavus,* singula testula valde concava, oppositae conjunctae binae valde convexum integrum animalculum formantes, cellulis aequalibus magnis in $\frac{1}{100}$ lineae $4\frac{1}{2}$, non radiatis.

48 *C. flavicans,* minor subtilissimis cellulis non radiatis, penetrante luce flavus, refracta luce albus. *Icon!*

49 *C. Gigas,* maximus, cellulis radiatis mediis minimis, marginalibus maximis. *Icon Baileyi!* 1842.

50 *C. marginatus,* cellulis subaequalibus, radiatis, majoribus, margine radiatim lineolato.

51 *C. radiolatus,* cellulis minimis aequalibus radiatis, in $\frac{1}{100}$ lineae 18. *Icon!*

52 *C. subtilis,* cellulis minimis aequalibus radiatis, in $\frac{1}{100}$ lineae 24. *Icon!*

53 *Denticella Biddulphia,* habitu et superficei caelatura *Biddulphiae pulchellae* similis, setis lateralibus mediis (interdum deciduis?) longis. *Icon!*

54 *Desmidium eustephanum,* laterum integrorum angulis productis apice spinulosis, spinularum furcatarum corona media dorsuali. *Icon!*

55 *D. senarium,* priori simile, sed laterum parietibus spinulis furcatis binis (sex), corona dorsuali senaria. *Icon!*

56 *Dictyocha? splendens,* tabularis oblonga, aperturis (cellulis) denticulatis 13. Sin calcarea = *Coniopelta. Icon!*

57 *D. trifenestra,* reticulo quadrato, angulis aculeatis, cellulis tribus mediis, dentatis. *Icon!*

58 *Difflugia acanthophora*, lorica ovato-oblonga, laxe areolata, ore dentato, postica parte tribus quatuorve aculeis armata. *Icon!*

59 *D. areolata*, lorica ovato-oblonga, laxe areolata, ore dentato, postica parte nuda. *Icon!*

60 *D. denticulata*, lorica ovato-oblonga laevi, oris dentibus duodecim.

61 *D. Lagena*, major, lorica clavata, forma lagenae, curva, laevi, obsolete reticulata, ore integro. *Icon!*

62 *D. laevigata*, lorica ovato-oblonga laevi, oris dentibus octonis. *Denticulatae* valde affinis. *Icon!*

63 *D. striolata*, lorica ovato-oblonga, longitudinaliter striolata, ore dentato. *Icon!*

64 *Euastrum americanum*, majus, lenticulare, oblongum laciniatum, laciniis late excisis, ubique spinulosum. *Icon!*

65 *E. carinatum*, turgidum, corpore gemino obtuse triangulo, carina? longitudinali media, superficie scabra. *Icon Baileyi!*

66 *E. Sol*, maximum lenticulare, profunde et anguste laciniatum, laciniis linearibus bidentatis undique radiatum, laeve. *Icon!*

67 *Eunotia amphioxys*, anguste linearis dorso leviter convexo laevi, ventre leviter concavo subtiliter striato, apicibus subito attenuatis. *Icon! E. Dianae* affinis.

68 *E. Argus*, striata, testula a dorso oblonga recte quadrangula, ocellorum serie duplici ad *E. ocellatam* accedens, quae utroque apice constringitur. *Icon!*

69 *E. biceps*, striata anguste linearis curva, apicibus rotundatis paululum revolutis. *Icon!*

70 *E. bidens*, striata, ventre plano, dorso convexo medio exciso (bidentato), apicibus dilatatis truncatis. = *E. Diodon* apicibus truncatis.

71 *E. Camelus*, striata parva, dorsi elati gibbere duplice, apicibus productis attenuatis obtusis. *Icon!*

72 *E.? cingulata*, laevis, parva, dorso convexo, ventris margine (binorum cingulo medio longitudinali) tumido. *E. gibberulae* affinis. *Icon!*

73 *E. declivis*, striata, latior, ventre plano, dorso convexo, leviter exciso, bidentato, dentibus in apices acutos recta declivi linea productis. *Icon!*

74 *E. depressa*, striata, anguste linearis, ventre plano aut leviter concavo, dorso depresso plano, prope apices rotundatos subito attenuato. *Icon!*

75 *E. dizyga,* striata? latior, ventre concavo, dorso convexo quadridentato, dentibus mediis approximatis. *Icon!*

76 *E. Elephas,* striata, latissima, curva, apicibus late rotundatis, dorso, tridentato. *Icon!*

77 *E. Formica,* striata linearis, media parte utrinque et utroque apice turgidis. *E. nodosa* apicibus non reflexis, sed inflatis rectis.

78 *E. gibberula,* punctato-striata parva, dorso late elato, apicibus leviter revolutis constrictis. *Icon?*

79 *E Librile,* stricta, interstitiis punctatis, elongata, ventre concavo, dorso medio aequaliter convexo, ad apices leviter revolutos obtusos subito decrescente. *Icon!*

80 *E. Monodon,* striata elongata, ventre concavo, dorso aequaliter convexo ad apices leviter revolutos obtusos sensim decrescente. *Icon!*

81 *E. parallela,* striata valida, linearis, curva, apicibus simpliciter rotundatis.

82 *E. Pileus,* striata parva subquadrata, a latere ventre latiore, dorso angustiore eoque leviter exciso, apicibus parum productis obtusis. *Icon!*

83 *E. praerupta,* striata elongata, dorso aequaliter convexo ad apices dilatatos truncatos (praeruptos) sensim decurrente.

84 *E. quaternaria,* parva anguste linearis curva, dorso quadridentato, apicibus leviter revolutis. *Icon!*

85 *E. quinaria,* parva anguste linearis striata, dorso 5-dentato. *Icon!*

86 *E. Sella,* striata dilatata, dorso medio exciso bidentato, hoc curvatura convexa in apices acutos abeunte. *Icon!*

87 *E. septena,* parva, anguste linearis, dorsi dentibus 7. *Icon!*

88 *E. Textricula,* parva, parallela, dorso aequaliter convexo sensim in apices non constrictos rotundos abeunte, striis lateralibus raris validis, interstitiis longitudinaliter lineolatis. *Icon?*

89 *E. tridentula,* parva, anguste linearis, striata, dorso tridentato. *Icon!*

90 *F. ventralis,* magna linearis striata, curva, ventre medio tumido, dorso aequali, apicibus tumidis rotundatis.

91 *E. uncinata,* parva, anguste linearis, curva, apicibus valde constrictis et capitatis.

92 *E. zebrina*, striata, elongata, dorso aequaliter convexo sensim ad apices constrictos obtusos decurrente, striarum interstitiis punctatis.

93 *E. Zygodon,* striata linearis oblonga, dorso medio exciso bidentato, hoc curvatura convexa in apices rotundatos abeunte. *Icon!*

94 *Fragilaria amphiceros?,* = *Cocconeïs amphiceros,* apertura media destituta. Insignis, sed paradoxa forma.

95 *F.? anceps,* parva linearis testulis a latere laxe striatis, apicibus constrictis obtusis subcapitatis. *Gomphonemati Pupulae* affinis.

96 *F. biceps,* parva linearis, testulis laevibus, apicibus constrictis subito subacutis.

97 *F.? binodis* = *Navicula binodis* 1841.

98 *F.? constricta,* lineari-oblonga laevis, strictura media levi, apicibus subito acutis. *Icon!*

99 *F.? Entomon,* linearis elongata laevis, media arctius constricta, apicibus rostratis.

100 *F.? glabra,* linearis laevis, apicibus attenuatis obtusis. An *bicipitis* varietas?

101 *F.? laevis,* Forma *amphicerotis,* sed striis punctatis destituta.

102 *F.? Navicula,* oblonga laevis, bacillis a dorso quater aut quinquies longioribus quam latis, strictura media levissima. *Icon!*

103 *F. pinnata,* lineari-oblonga striis validis in $\frac{1}{100}$ lin. 15, apicibus simpliciter rotundatis. Affinis *striolatae* et *syriacae. Icon!*

104 *F.? striata,* oblonga turgida striis validis rarioribus in $\frac{1}{100}$ lin 8. An *pinnatae* varietas? *Icon* I. III. 9. Ex errore, semel *striolata* vocata.

Has Fragilarias dictas formas non omnes concatenatas vidi, sed saepe singula bacilla observavi, hinc de genere haesitavi. Specierum characteres etiam firmius stabiliendae sunt. Formas, cum obvenerint, non negligendas putavi.

105 *Gallionella coarctata,* articulis laevibus coarctatis, habitu *G. variantis,* sed striis lateralibus destituta. *Icon!*

106 *G. granulata,* articulis coarctatis, tota superficie lineis punctatis transversis (catenarum longitudinalibus) varia, habitu *G. aurichalceae.*

Brasiliana forma ad *G. decussatam* propius accedere posset, quae punctorum lineis decussatis differt. Longitudinales lineae punctatae (in catenis transversae) *G. marchicam* indicant.

107 *G. lirata,* habitu *G. granulatae,* lineis validioribus liratim continuis.

108 *Gomphonema anglicum,* testula a dorso bis constricta, capitulo rotun-

dato paullo graciliore, quam corpus oblongum in pedem linearem decrescens. *Icon*! *G. subtili* affine.

109 *G. apiculatum*, testula a dorso rhomboide-cuneata, utroque fine sensim tenuiore, pede longiore, capite acuto. *Nulla Icon.*
G. Augur mexicanum differt capitis apice constricto parvo mucrone terminato. Ibidem forma apiculata guianensis referenda est. Cfr. *Sphenosiram.*

110. *G. Cygnus,* testula anguste lanceolato-lineari longa, media turgida, capite obtuso lineari longo.

111 *G. Glans,* testula ovato oblonga, tumida, capitulo a latere rotundato, collo parum constricto. *G. clavato* affine, brevius, validius, obtusius.

112 *G laticeps,* habitu *G. coronati,* sed brevius, capitulo a latere latiore, quam corpus medium.

113 *G. nasutum,* a latere ovatum, pede tenui brevi, collo nullo, capitis non constricti apiculo parvo. Proxime ad *G. Augurem* accedit, sed brevius et validius est.

114 *G.? Pupula*, a latere lineari clavatum, margine undulatum, striis raris tanquam stricturis totidem insigne, capitulo saepe paullo angustiore. An Meridion?

115 *G. subtile,* testula tenuis, dorso bis constricta, capitulo parvo obtuso subtruncato in collo elongato tenui.

116 *G. Turris,* testula validiore elongata, capituli elongati latitudine corpus aequante, apice subito acuto, cuneato. *G. gracili* affine crassius.

117 *G. Vibrio,* testula lanceolato-lineari elongata, capitulo sensim attenuato longo subacuto, subrostrato. *G. gracili* affinis, longior gracilior, ad *Pinnulariam amphioxydem* accedens.

118 *Goniothecium Rogersii,* articulis laevibus, hyalinis.

119 *Grammatophora gibba,* bacillis a dorso quadrangulis, utrinque striatis, a latere angustioribus medio tumidis, apicibus rotundatis, plicis internis rectis apice tantum inflexis. *Icon*!

120 *G. islandica,* bacillis a dorso quadratis aut oblongis a latere navicularibus, striatis, plicis internis ter inflexis, medio recurvis. *G. africanae* affinis, quae nunc ipsa ibidem obviam facta videtur, sicut ad Vera-Cruz.

121 *G. stricta,* bacillis a dorso quadratis aut oblongis, a latere navicularibus laevibus, plicis internis rectis, nec apice inflexis.

122 *Himantidium bidens,* = *Eunotia bidens* propagatione in catenas abiens. *Icon?*

123 *H. gracile,* bacillis concatenatis *H. Arcus* habitu, sed a latere dimidia crassitie. *Icon!*

124 *H. guianense,* bacillis striatis a latere mediis dilalatis dorso leviter exciso bidentato, apicibus attenuatis leviter reflexis. *Icon!*

125 *H. Monodon,* = *Eunotia Monodon* propagatione concatenata. *Icon!* Utrum *Eunotiae* illae ab *Himant.* vere differant posterioris curae sit.

126 *H. Papilio,* bacillis striatis, a latere mediis valde dilatatis, subquadratis, dorso exciso, bidentato, prope apices obtusos utrinque constricto. *Icon!* T. II. I. 2a-e.

127 *Mesocena? heptagona,* annuli denticulis externis septem. *Icon!*

128 *M.? octogona,* annuli denticulis externis octo. *Icon!*

129 *Micrasterias senaria,* dicyclia, corpusculorum duodenorum circulo externo, senorum interno, uno medio, dentibus marginalibus obsoletis. *Icon!*

130 *Navicula affinis,* testula a dorso linearis, utroque apice constricto obtuso. *Pinnulariae dicephalae* affinis. *Icon!*

131 *N. ambigua,* testula a dorso lineari-oblonga utroque apice constricto brevi tenui obtuso. *Icon!* Priori similis; an pulli *Pinnulariae dicephalae?*

132 *N.? americana,* testula a dorso oblonga turgida, media leviter constricta, apicibus late rotundatis. An *Pinnularia?*

133 *N. Amphigomphus,* testula major oblonga, lateribus a dorso planis apicibus argute cuneatis, lineis longitud. obsoletis insignis. *Icon!*

134 *N. amphioxys,* testula a dorso anguste lineari-lanceolata, utrinque sensim attenuata subacuta. *Icon!* *N. gracili* gracilior.

135 *N. Amphirhynchus,* testula a dorso anguste lanceolata, apicibus subito rostratis obtusis. *Icon!* *N. Amphisbaena* forma latiore differt.

136 *N. amphisphenia,* testula a dorso argute lanceolata, navicularis, ad apices sensim attenuata, umbilico oblongo. *N. fulva* differt umbilico orbiculari.

137 *N. Bacillum,* testula a dorso linearis, bacillaris, apicibus simpliciter rotundatis. *Icon*!

138 *N. biceps,* testula minor a dorso late lanceolata apicibus leviter constrictis obtusis. *Icon*! *Amphisbaenae* pullo gracilior.

139 *N. Carassius,* testula parva a dorso late lanceolata, apicibus subito constrictis obtusis parumper productis. *Icon*! *Amphisbaenae* pullo brevior, latior.

140 *N. dilatata,* magna a dorso elliptico-lanceolata, lateribus leviter convexis, longitudinaliter lineolatis, apicibus obtusis.

141 *N. Dirhynchus,* testula parva a dorso anguste lanceolata, apicibus rostratis rectis obtusis. *Icon*!

142 *N. dubia,* testula parva a dorso lineari-lanceolata, lateribus leviter curvis sensim in apices subacutos productis. *Icon*! non bene excusa.

143 *N. duplicata,* testula oblonga parva, media constricta, apicibus obtusis. *Icon*! T. II. vi. 24. Affinis *Pinnulariae didymae.*

144 *N. Formica,* testula a dorso anguste linearis quater constricta, articulis spuriis oblongis. Maine A, nec Bridgwater.

145 *N. Fusidium,* testula major, a dorso anguste lanceolata, apicibus strictura levi discretis rotundatis capitatis. Ex errore typogr. in statu Maine, rectius ad Bridgwater in statu Massuchusetts.

146 *N. Hitchcockii,* testula a dorso late linearis oblonga, lateribus bis constrictis aequaliter ter undatis, apicibus subito cuneatis subacutis.

147 *N. Iridis,* testula magna elongata bacillaris, lateribus planis, apicibus leviter attenuatis obtusis, superficie subtilissime transverse et longitud. lineolata iridis colorem emittente. *Icon*! An sui generis forma?

148 *N. leptogongyla,* testula anguste linearis tenuis, a dorso media sphaerico tumore turgida, apicibus simpliciter obtusis.

149 *N. Leptorhynchus,* testula parva, a dorso lineari-lanceolata, apicibus longe rostratis rectis subacutis. *Dirhyncho* affinis rostris longioribus.

150 *N. limbata,* testula parva a dorso linearis lateribus rectis, intus tanquam late limbatis, apicibus subito constrictis truncatis. *Icon*!

151 *N. lineolata,* testula parva a dorso anguste lanceolata, subtiliter ad longitudinem lineolata, apicibus acutis. *Icon*!

152 *N. Lyra,* testula major, elliptico-late lanceolata, apicibus constrictis obtusis, caelatura media lyrae duplicis oppositae instar. *Icon*!

153 *N. mesolepta,* testula linearis a dorso undulata, undularum ternarum media tenuiore, apicibus valde constrictis, rostratis, obtusis. *Icon*!

154 *N. mesotyla,* testula anguste linearis tenuis a dorso media sphaerico tumore turgida, apicibus constrictis obtusis. *Icon*!

155 *N. oblonga,* testula parva oblongo-lanceolata, apicibus subacutis, non productis. *Icon*!

156 *N. obtusa,* testula parva a dorso oblonga, lanceolata, apicibus obtusis rotundatis.

157 *N.? paradoxa,* testula magna, a dorso late oblonga, media leviter constricta apicibus obtusis, taenia lineolata media longitudinali. *Icon*!

158 *N. rhombea,* testula a dorso late lanceolata, fere rhombea, subtiliter ad longit. lineolata, apicibus acutis. *Icon*!

159 *N. rhomboides,* testula a dorso anguste lanceolata, media dilatata, rhomboides, apicibus acutis. *Icon*!

160 *N. Semen,* testula a dorso ovata turgida, utrinque late obtusa; var α apicibus leviter constrictis, chilensis; β apicibus simpliciter rotundatis, Labrador. *Icon*!

161 *N. Silicula,* testula linearis elongata, a dorso aequaliter trinodis, nodo uno medio, duobus apicalibus, hinc apicibus obtusissimis.

162 *N. sphaerophora,* testula lanceolata, apicibus rostratis capitatis. *Icon*!

163 *N. Trabecula,* testula linearis elongata, a dorso media nodosa, uninodis, apicibus non constrictis rotundatis. *Icon*? var. media tumida nec nodosa.

164 *N. undosa,* testula parva a dorso late oblonga undulata, lateribus utrinque ter aequaliter undulatis, apicibus constrictis obtusis. *Icon*! *N. Hitchcockii* affinis.

Naviculae pristinae nunc inter *Naviculas, Pinnularias, Stauroneïdes, Stauropteras* et *Surirellas* enumerantur.

165 *Naunema amphioxys,* testulae parvae lineari-lanceolatae acutae laeves, denso agmine in tubulis sparsae. *Icon*!

166 *Pinnularia aequalis,* testula lanceolato oblonga ampla, apicibus constrictis obtusis, lateribus aequalibus, subliliter pinnatis.

167 *P. Amphigomphus,* testula major oblonga, a dorso lateribus rectis, apicibus argute cuneatis subacutis. *Icon! Navic. Amphigompho* affinis.

168 *P. amphioxys,* testula anguste lineari-lanceolata, utrinque acuta pinnulis rectis.

169 *P. Amphiprora,* testula major, a dorso anguste lanceolata apicibus late obtusis, habitu *Amphiprorae navic.,* sed aperturis apicis marginalibus.

170 *P. Apis,* testula a dorsa oblonga, media in partes duas fere semiorbiculares constricta, apicibus obtusis, pinnulis asperis. *Icon!*

171 *P. borealis,* testula parva linearis, apicibus rotundatis non constrictis, pinnulis validioribus. Habitus *Fragilariae pinnatae. Icon!*

172 *P. chilensis,* testula major oblonga lateribus rectis apicibus late rotundatis non constrictis, pinnulis validioribus in $\frac{1}{100}$ lineae 11-12. *Icon! P. viridi* affinis.

173 *P.? Conops,* testula a dorso oblonga, media in partes duas cordatas constricta, apicibus apiculatis, acutis, pinnulis subtilissimis. *Icon!*

174 *P. costata,* testula magna brevis crassa, ovato-oblonga, apicibus late rotundatis, pinnulis magnis extus elatis costata, in $\frac{1}{100}$ lineae 6. *P. Dactylo* affinis.

175 *P. Cyprinus,* testula a dorso lanceolato-oblonga apicibus late rotundatis, umbilico oblongo. *Icon!* Fragmentum.

176 *P. Dactylus,* testulae longata bacillaris, lateribus a dorso rectis, levissima curvatura in apices late rotundatos parumper angustiores abeuntibus, pinnulis in quavis centes. parte lineae 14. *Icon!*

177 *P. decurrens,* testula angusta lanceolato-elongata, a dorso media late tumidula, apicibus sensim parumper attenuatis late rotundatis. *Icon! P. gibbae* affinis.

178 *P. diomphala,* testula a dorso late lanceolata brevis, apicibus constrictis truncato obtusis, umbilico medio transverso linea longit. in duas partes diviso. *Icon!*

179 *P. disphenia,* testula a dorso lineari-elongata, latior, lateribus rectis, apicibus argutius cuneatis acutis, pinnulis in margine tantum subtilissimis visis. *Icon! P. Amphigompho* affinis.

180 *P. Entomon,* testula major elongata, a dorso media constricta, partibus duabus oblongis versus apices cuneatis, subacutis. *Icon!*

181 *P. Esox,* testula magna elongata, a dorso anguste lanceolata lateribus le-

viter undulatis, undulis utrinque tribus, media validissima, reliquis apices valde attenuatos obtusosque versus valde minoribus. *Icon*!

182 *P. Gastrum,* testula minor ventre late lanceolato, apicibus constrictis obtusis, parum productis, papillaribus. *Icon*!

183 *P. Gigas,* testula maxima bacillaris, a dorso media leviter gibba, apicibus parum decressentibus late rotundatis, pinnulis in $\frac{1}{100}$ lineae 9. *P. nobili* affinis.

184 *P. heteropleura,* testula a dorso late lanceolata, lateribus inaequalibus, apicibus leviter constrictis late obtusis. *P. inaequali* affinis, cujus apices subacuti sunt.

185 *P. isocephala,* testula a dorso linearis undulata nodulis quinque subaequalibus iisdem capitulos terminales formantibus. A *P. Monili,* qua major est, vix differt.

186 *P. macilenta,* testula a dorso bacillaris, lateribus rectis, apicibus simpliciter late rotundatis, pinnulis angustioribus, crebrioribus in $\frac{1}{100}$ lineae 18-20. *Icon*!

187 *P. mesogongyla,* testula styliformis s. bacillaris, a dorso media gibba, apicibus simpliciter late rotundatis nec tumidis. *P. nobili* affinis.

P. obtusa, ex errore e *Navicula obtusa* orta est.

188 *P. pachyptera,* testula magna oblonga, bacillaris, brevis, crassa, a dorso media gibba, apicibus late rotundatis non constrictis, pinnis validissimis in $\frac{1}{100}$ lineae 6.

189 *P. peregrina,* testula anguste lineari-lanceolata, apicibus sensim acutis non constrictis, pinnulis obliquis. *Icon*!

190 *P. Pisciculus,* testula subtilissima anguste-linearis, apicibus constrictis longius rostratis subcapitatis. *Icon*! *P. dicephalae* affinis.

191 *P. Placentula,* testula minor, late lanceolata oblonga, apicibus constrictis obtusis parum productis, papillaribus. *Icon*! *P. Gastro* valde affinis, longior.

P. polyptera, = *P. macilentae* forsan varietas, tenuior, quam inter formas status Maine observatam cum illa conjunxeram.

192 *P. porrecta,* testula major a dorso lanceolato-elongata, media late tumida, apicibus sensim attenuatis late obtusis, pinnulis obliquis. *P. decurrenti* affinis.

193 *P. Sillimanorum,* testula magna, a dorso lanceolata, ventre medio late

dilatato oblongo, apicibus constrictis porrectis subcapitatis, late obtusis. *Diomphalae Clavae Herculis* affinis. Berichte d. Akad. 1842. p. 336.

194 *P. Tabellaria,* testula bacillaris magna gracilis trinodis, parte media turgida, apicibus capitatis. *Icon!* *P. nobili* affinis, a qua gracilitate differt, longitudine saepe eadem.

195 *P. Termes,* testula parva angusta oblonga, media leviter constricta, apicibus constrictis late obtusis. *Icon!*

P. Trabecula? = *P. decurrentis* forsan varietas tenuior, *Navic. Trabeculae* forma.

196 *P. Utriculus,* testula a dorso oblonga lateribus rectis, levi curvatura in apices obtusos attenuatis. *P. dispheniae* afinis.

Pinnulariae multae antea inter *Naviculas striatas,* a me enumeratae sunt.

197 *Pyxidicula cruciata,* ab *hellenica* (cretae) differt statura areolisque paullo majoribus. *Icon!* An species diversa?

198 *Rhizosolenia americana,* testulae tubulis hyalinis laevibus.

199 *Sphenosira Catena,* bacillis singulis parvis laevibus, *Gomphonematis Auguris* forma. *Icon!*

200 *Spirillina vivipara,* testula spiralis orbicularis porosa hyalina laevis, passim testulis pullis foeta. *Icon!*

201 *Stauroneis amphilepta,* testula major a dorso anguste lanceolata apicibus constrictis subcapitatis. *Icon!*

202 *St. anceps,* testula parva anguste lineari-lanceolata, apicibus constrictis subcapitatis. *Icon!*

203 *St. Baileyi,* testula magna a ventre late lanceolata apicibus sensim attenuatis obtusis, superficie subtilissime longitudinaliter undulata. *St. pteroideae* et *Phoenicentero* affinis.

204 *St. birostris,* testula minor a ventre anguste lanceolata, apicibus constrictis rostratis subacutis. *Icon!*

205 *St.? constricta,* testula parva a ventre oblonga media et ad apices obtusos constricta. *Icon!*

206 *St. dilatata,* testula parva a ventre oblonga dilatata, lateribus rectiusculis, apicibus constrictis obtusis. *Icon!*

207 *St. Fenestra,* testula elliptico-oblonga apicibus obtusis. *Icon!*

208 St. *gracilis,* testula anguste lineari-lanceolata, apicibus sensim attenuatis subacutis. *Icon!*

209 St. *linearis,* testula anguste linearis, apicibus constrictis obtusis. *Icon!*

210 St. *lineolata,* testula a ventre lanceolata longitudinaliter punctato-lineolata, apicibus sensim attenuatis, obtusis. *Icon!*

211 St. *Liostauron,* testula styliformis a ventre media levissime turgida, apicibus vix parumper decrescentibus rotundatis.

212 St. *Monogramma,* testula a ventre oblonga media turgida utrinque constricta apicibus turgidis rotundatis subcapitatis. *Icon!* Fragmentum. *Monogrammati africano* affinis.

213 St. *phyllodes,* testula a ventre lanceolata laevis, apicibus valde constrictis rostratis subacutis. *Icon!*

214 St. *Polygramma,* testula obtusa lanceolata punctato-lineolata, apicibus simpliciter decrescentibus, umbilico medio transverso dilatato. *Icon!*

215 St.? *pteroidea,* testula magna a ventre late et argute lanceolata, lineolis subtilissimis transversis punctatisque tanquam pinnulata, apicibus obtusis. *St. Baileyi* affinis, *Phoenicentero* major. An *Stauroptera?*

216 St. *staurophaena,* testula lanceolata laevis, apicibus leviter constrictis subacutis, fascia umbilicali media transversa lucida non percurrente. *St. Phoenicentero* affinis.

Stauroneïdes prius inter *Naviculas* non striatas enumeravi.

217 Stauroptera *Achnanthes,* testula anguste lanceolata, apicibus sensim decrescentibus subacutis. *Icon!*

218 St.? *gibba,* testula forma *Pinnulariae gibbae,* sed umbilicali fascia imperfecte transversa insignis. *Icon!* Dubia forma.

219 St. *Isostauron,* testula a ventre styliformis, lateribus rectis, apicibus levissime decrescentibus late rotundatis. Affinis *St. cardinali. Icon!*

220 St. *Legumen,* testula oblonga parva a ventre dilatata, ab utroque latere ter undulata, apicibus constrictis obtusis. *Icon!*

221 St. *Microstauron,* testula styliformis a ventre linearis, lateribus rectis, apicibus arcte constrictis late rotundatis. *Icon!*

222 St. *parva,* testula parva styliformis a ventre linearis, lateribus rectiusculis, apicibus leviter constrictis late rotundatis. *Icon!*

223 St. *scalaris,* testula minima a ventre bacillaris, lateribus rectis, apicibus simpliciter rotundatis, pinnulis validioribus in $\frac{1}{100}$ lineae 12. *Icon!*

Stauropterae plures antea inter *Naviculas striatas* enumeratae sunt.

224 *Staurosira amphilepta,* testula minima, laevis, angulis productis, duobus oppositis longioribus tenuioribus.

225 *St. construens,* testula minima laevis, angulis productis subaequalibus.

226 *St. pinnata,* testula minima, sed prioribus speciebus major, pinnata, angulis productis duobus oppositis longioribus, tenuioribus.

227 *Striatella Thienemanni,* testula elegans, *Str. arcuatae* simillima, sed a latere media gibba.

228 *Surirella? australis,* testulae fragmentum lineare, lateribus rectis, pinnulis in $\frac{1}{100}$ lineae 6 recte transversis. *Icon!*

229 *S. Campylodiscus,* testula parva ovato-elliptica, utrinque aequaliter rotundata flexuosa, more *Campylodisci,* margine pinnulata, pinnulis in $\frac{1}{100}$ lineae 10-12. *Icon!*

230 *S. decora,* testula magna elongata, lateribus utrinque rectis, apicibus aequaliter acutis, pinnulis parvis in $\frac{1}{100}$ lineae 4-5.

231 *S. elegans,* testulae magnae latissimae fragmentum superficie subtilissime punctatum, apice uno subacutum (altero deficiente), pinnulis in $\frac{1}{100}$ lineae 4. *Icon!*

232 *S. euglypta,* testula ovato-oblonga minor, laevis, alterō fine graciliore utroque obtuso, pinnulis in $\frac{1}{100}$ lineae 7. *Icon!*

233 *S. flexuosa,* testula major flexuosa, pinnulis in $\frac{1}{100}$ lineae 4-5. *Icon!* Fragmentum. *S. Campylodisco* affinis.

234 *S. Microcora,* testula minima laevis lanceolata, apicibus brevibus acutis aequalibus, pinnulis in $\frac{1}{100}$ lineae 10. *Icon!*

235 *S. Myodon,* testula parva angusta elongata, levius flexuosa, apice uno rotundato (altero deficiente), pinnulis parvis crebris, murium denticulorum instar, in $\frac{1}{100}$ lineae 6-7. *Icon!*

236 *S. oophaena,* testula major, a latere ovata, plicata, altero fine late rotundato, altero attenuato obtuso, plicis transversis 5, pinnulis parvis in $\frac{1}{100}$ lineae 6. *Icon!*

237 *S. peruviana,* testula maxima anguste lanceolato-elliptica, apicibus aequaliter obtusis, pinnulis minimis, obsoletis, fere 12 in $\frac{1}{100}$ lineae. *Icon!*

238 *S. Regula,* testula minor linearis, lateribus utrinque rectis, plicatis, apicibus cuneatis acutis, plicis senis, pinnulis in $\frac{1}{100}$ lineae fere 10 obsoletis. *Icon!*

Surirellae prius inter *Naviculas striatas* enumeratae sunt.

239 *Synedra amphirhynchus,* testula striata linearis apicibus a latere constrictis subacutis rostrata. *Icon*!

240 *S. Entomon*, testula striata crassa elongata, a latere oblonga media constricta, apicibus obtuse cuneatis, a dorso late linearis truncata. *Icon*!

241 *S. gibba,* testula laevis anguste linearis longa, fasciculata, a latere media late tumida, apicibus obtusis sensim attenuatis.

242 *S. laevis,* testula laevis anguste linearis, brevior, media aequaliter tenuis, apicibus sensim parumper attenuatis subacutis. *Icon*!

243 *S. scalaris,* testula latissime linearis magna, lateribus rectis, apicibus truncato-rotundatis, inter pinnulas subtilissime striata. *Icon*!

244 *S. valens,* testula maxima late linearis, subtiliter pinnata, apice utroque truncato. *Icon*! *Echinellae fulgenti* affinis.

245 *Tabellaria laevis,* testula minima laevis, singula 5 ies longior quam lata. *Icon*!

246 *T. biceps,* testulae minimae laeves, a latere mediae valde tumidae, apicibus capitatis gracilioribus.

247 *T. Gastrum,* testulae minimae laeves, a latere tumore medio subgloboso, apicibus capitatis parum angustioribus.

248 *T. nodosa,* testulis parvis tenuibus nodosis, nodulis quinis, medio paullo majore, proximis medio oblongis. *Grammatophorae undulatae* affinis.

249 *T. sculpta,* testula *Pinnulariae boreali* valde similis, sed interdum quaternae conjunctae. *Icon*! T. I. II. 6.

250 *Terpsinoe musica,* testulis (interdum bis terque) latioribus quam longis, subtilissime longitudinaliter punctato-lineatis, transverse bicarinatis, carinis levibus plus minus distantibus, *Icon*!

251 *Trachelomonas areolata,* lorica globosa areolata.

252 *T. aspera,* lorica globosa apiculis sparsis aspera. *Icon*!

253 *T. granulata,* lorica globosa subtilissime granulata.

254 *T. laevis,* lorica globosa laevis.

255 *T. Pyrum,* lorica oblonga aut pyriformis laevis.

256 *Triceratium obtusum,* testula major lateribus convexis, angulis late rotundatis, subtilissime punctata.

257 *Xanthidium Arctiscon,* corpusculis globosis binis, aculeatis, aculeis numerosis undique sparsis crassis asperis apice trilobis. An *Zygoxanthium? Icon Baileyi!* 1841. T. III. Fig. 15.

258 *X. bisenarium,* corpusculis globosis subangulosis, binis, aculeatis, aculeis fasciculatis, fasciculis in quovis globulo senis. An varietas *X. fasciculati? Icon Baileyi!* 1841. T. III. Fig. 13.

259 *X. coronatum,* corpusculis subglobosis binis, aculeatis ubique asperis, aculeis crassis apice truncatis tridentato-coronatis quatuor utrinque dorsualibus, uno utrinque in utroque latere medio. *Icon!*

B. Polythalamiorum. 51 Species.

Quae 24^{tam} lineae partem magnitudine non superant microscopica i. e. minimis minora sunt.

260 *Allotheca Megathyra,* microscopica laevis, cellulis coarctatis subglobosis, quinta secundam attingente, superficie subtiliter punctata. *Icon!*

261 *Biloculina? elongata,* parva elongata, penetrante luce flava, laevis, cellulis singulis basi turgidis, collo longe attenuato, apice dilatato.

262 *B. tenella,* minima hyalina ovato-oblonga superficie laevi. An pullus prioris ad Vera-Cruz?

263 *Cristellaria vitrea,* microscopica vitrea, superficie subtilissime punctata, cellula septima secundam attingente. *Icon!*

264 *Dimorphina Planularia,* microscopica, oblonga, tenella hyalina, (cellulis 6), quarta cellula minima, quinta maxima, eaque *Planulariae* habitum efficiente.

265 *D. tenella,* microscopica oblonga tenella hyalina (cellulis 7), tertia et quarta cellula minimae, sexta maxima.

266 *Entrochus septatus,* microscopicus, tenerrimus hyalinus, conico-subglobosus, cellula tertia secundam attingente.

267 *Grammostomum gracile,* microsc. compressum, lanceolato-oblongum cellulis oblongis, primis in $\frac{1}{100}$ lineae 3, basali parva.

268 *G. plicatum,* microsc. compressum dilatatum, cellulis depressis, primis striato-plicatis in $\frac{1}{100}$ lineae 5, basali magna.

269 *G. porosum,* microsc. compressum dilatatum, cellulis depressis basi porosis, primis in $\frac{1}{100}$ lineae 5, basali parva.

270 *G. tenue,* microsc. tenue compressum ovatum, (e cellulis 5), cellulis oblongis, primis in $\frac{1}{100}$ lineae $3\frac{1}{2}$, basali parva. *Icon*!

271 *Megathyra dilatata,* microsc. tenuis hyalina, cellula quarta secundam attingente, centrali oblonga.

272 *M. Planularia*, microsc. hyalina, cellula sexta secundam attingente, centrali globosa.

273 *Nonionina arctica,* microsc. laevis, pororum fascia singulas cellulas discernente, cellulis angustis crebris.

274 *N. integra,* microsc. laevis nec punctata, cellula centrali magna, septima secundam attingente.

275 *N. Millepora,* minima laevis hyalina, cellulis ubique subtiliter porosis, centrali magna, octava secundam attingente. *Icon*!

276 *Phanerostomum integerrimum,* microsc. laeve, cellulis depressis extus non discretis, centrali parva, sexta secundam attingente.

277 *Ph. ocellatum,* microsc. laeve, cellulis poris magnis rarisque sparsis insignibus, levi strictura extus limitatis, centrali majore, septima secundam attingente.

278 *Planularia? Pelagi,* microsc. compressa elliptica hyalina, prima cellula inclusa ab eaque in $\frac{1}{100}$ lineae 3. *Icon*!

279 *Planulina areolata,* microsc. laevis, superficie subtiliter areolata, cellulis strictura levi externa discretis, centrali magna, secunda parva, octava secundam attingente.

280 *Pl. Argus,* minima, laevis tota superficie poris magnis dense ocellata, poris in $\frac{1}{100}$ lineae fere 5, cellula centrali parva, sexta secundam attingente.

281 *Pl. aspera,* microsc. tota superficie aspera cellulis strictura levi externa discretis, centrali parva, septima secundam excipiente.

282 *Pl. Oceani,* microsc. aspera, cellulis strictura levi externa discretis, centrali majore, septima secundam attingente.

283 *Pl. tenuis,* microsc. laevis, integerrima tenuis, cellulis extus vix discretis, media minima, sexta secundam attingente. *Icon*!

284 *Polymorphina? australis,* minima, laevis, turgida subcylindrica, cellula prima maxima $\frac{1}{100}$ lineae magna.

285 *Ptygostomum oligoporum*, minimum, laeve, pororum magnorum fascia media in singulis cellulis extus non discretis, prima cellula magna, septima secundam non attingente, octava superante. *Icon*!

286 *Rosalina globigera,* microsc. laevis, superficie poris parvis raris ubique adspersa, cellulis subglobosis turgidis celerius crescentibus, prima parva, quinta secundam fere attingente.

287 *R. micropora,* microsc. laevis, superficie poris minoribus adspersa, cellulis subglobosis tardius crescentibus, prima parva, quinta secundam fere attingente.

288 *R. tenerrima,* microsc. tenerrima, laevis, integerrima, hyalina, cellulis subglobosis tardius crescentibus, prima parva, quinta secundam fere attingente.

289 *Rotalia Antillarum,* microsc. laevis cellularum poris rarissimis magnis inaequalibus, cellulis turgidis centrali $\frac{1}{100}$ lineae lata, septima secundam attingente.

290 *R. borealis,* minima, hyalina, poris in cellularum superficie media sparsis majusculis, centrali cellula maxima, $\frac{1}{50}$ lineae superante, octava secundam attingente.

291 *R. Cochlea,* microsc. tenuis, hyalina, cellulis extus parum discretis, centrali parva, sexta secundam attingente. *Icon!*

292 *R. depressa,* minima, hyalina laevis integra, cellulis extus parum discretis depressioribus, centrali $\frac{1}{100}$ lineae lata, octava secundam attingente.

293 *R. egena,* microsc. tenuis hyalina, cellulis extus parum discretis, centrali majore, quinta secundam attingente. *Icon!*

294 *R. glaucopis,* microsc. laevis, cellulis subglobosis extus prominulis, centrali $\frac{1}{100}$ lineae non aequante magna, sexta secundam prope accedente.

295 *R. pelagica,* microsc. laevis, cellulis subglobosis extus prominulis, centrali majore $\frac{1}{100}$ lineae non omnino aequante, septima secundam attingente. Priori affinis.

296 *R. peruviana,* microsc. laevis integerrima, testa molli (an membranacea?), cellulis depressis, centrali parva, septima secundam attingente. *Icon!*

297 *Sorites? edentulus,* fragmenti cellulae transverse oblongae, denticulis destitutae.

298 *Spiroloculina ambullaris,* microsc. elliptico-oblonga, tenuis, cellulis basi inflatis, collo tenui sub apice (saepe) leviter constricto.

299 *Sp. Lagena,* minima. anguste oblonga, postico fine rotundato, antico breviter rostrato, ore simplici, superficie integra laevi, cellulis postica parte parumper turgidis. *Icon!*

300 *Sp. vulgaris,* microsc. suborbicularis, laevis integra, tenuis, cellulis nusquam turgidis, ore non rostrato.

301 *Textilaria aculeata,* microsc. ovata, cellulis amplis subdepressis, dente laterali externo insignibus, prima $\frac{1}{100}$ lineae fere aequante.

302 *T. americana,* parva, saepius microsc., celerius dilatata laevis, cellulis primis globosis ($\frac{1}{300}$ lineae l.), dein ovatis, summis in papillam superiorem externam productis subaculeatis.

Cellulae primae nonnullis spirales. Tales formae forsan proprio generi addicendae sunt: *Heterohelix.*

303 *T. areolata,* microsc. celerius dilatata, cellulis depressis areolatis, prima $\frac{1}{150}$ lineae fere lata.

304 *T. incrassata,* microsc. cellulae depressae parietibus incrassatis, habitu *T. globulosae.*

305 *T. semipunctata,* minima oblonga, cellulis depressioribus, singulis in dimidia inferiore parte dense porosis, cellula prima $\frac{1}{150}$ lata. *Icon!*

306 *T. stichopora,* microsc. dilatata tenuis, pororum simplice serie in cujusvis cellulae valde depressae margine anteriore.

307 *Triloculina? Antillarum,* minima elliptico oblonga, cellulis sub ore dilatato simplici excisis. *Icon!*

308 *Tr.? turgida,* microscop. ovata turgida, cellulis et ore simplicibus. Pullus? *Icon!*

309 *Uvigerina? borealis,* microsc. hyalina tenuis, pororum acervis singulis parvis in cellularum lateribus, prima cellula angulosa irregulari. An pullus *Rotaliae* peculiaris?

310? Corpusculum paradoxum triquetrum microsc., angulis truncatis, inaequaliter radiato-cellulosum.

Diese kurzen Beschreibungen, vorläufig nur der selbstständigen kleinsten Organismen, enthalten blofs die characteristischen Merkmale der Körperchen im Vergleich mit den schon bekannten, und können daher nur, und werden es hoffentlich, denen verständlich sein und nützen, welche sich intensiv genug mit dem Studium dieser Formen beschäftigen. Sie gehen nicht von der Form und Oberfläche hauptsächlich, sondern von den Entwickelungs-Zuständen und Gesetzen der bekannten Formen aus. Die Abbildungen werden als Mafsstab der Ausdrücke und der Bezeichnungsweise erläu-

ternd sein, wobei die 1839 vorgetragene Systematik zum Grunde liegt und zu vergleichen ist.

Die Polythalamien der Antillen des Herrn d'Orbigny liefsen sich nicht vergleichen, haben bis jetzt keine Diagnosen, beziehen sich auch auf mit dem blofsen Auge sichtbare Körper, die ich hier übergangen habe.

Bei den Kreide-Polythalamien ist die von mir 1838 vorgetragene, 1839 gedruckte und der Pariser Akademie übersandte, theils in den hiesigen akademischen Monatsberichten über ein Jahr früher angezeigte und im Auszug bekannt gemachte Arbeit von Herrn Alcide d'Orbigny, der 1839 im Dezember denselben Gegenstand abgehandelt hat, ganz und gar unberücksichtigt geblieben, obwohl die letztere Abhandlung erst 1840 *Mem. de la soc. de Geolog.* Vol. IV. gedruckt worden ist, was wohl viele Synonyme der Wissenschaft zur Last bringt, deren Schuld ich von mir abzuwehren habe.

VI. Resultate dieser Untersuchungen.

Folgende Resultate dürften für die allgemeinere Wissenschaft aus den Einzelnheiten der Beobachtung etwa als besonders bemerkenswerth hervortreten:

1. Im Allgemeinen eröffnet sich hiermit zuerst der bisher unbekannte Character der Erdoberfläche im Verhältnifs des kleinsten Lebens nach allen Zonen der ganzen Erdhälfte von Amerika.

2. Es bestätigt sich die Existenz eines durch die humusreichen und oft auch durch die sandigen Gegenden der amerikanischen Erdfläche von der Nähe des Südpols bis zur Nähe des Nordpols verbreiteten dem gewöhnlichen Auge unsichtbaren organischen Lebens, und dafs der Meeresgrund mit solchen organischen Formen auch in der Nähe des Nordpols erfüllt ist.

3. Die Gesammtmasse der hiermit zur Übersicht gebrachten Einzelheiten des kleinsten organischen Lebens in Amerika beträgt 603 Formen. Davon sind 450 Magenthierchen (*Polygastrica*), 6 Räderthierchen (*Rotatoria*), 89 Pflanzenfragmente (meist *Phytholitharia*), 56 Mooskorallen-Thierchen (*Polythalamia*) und 2 andere Körperchen.

4. Sämmtliche 603 amerikanische kleinste Lebensformen sind in 103 Generibus untergebracht, von denen 25 (fast $\frac{1}{4}$) neu, 79 aber (etwa $\frac{3}{4}$) schon bekannt und festgestellt waren.

Von diesen 103 Generibus gehören 64, worunter 6 eigenthümliche sind, zu den 450 Magenthieren. Die 6 Räderthiere gehören zu 5 bekannten Generibus. Die geformten kleinen Theile oder Fragmente organischer Körper sind in 11 Genera gesammelt. Die Polythalamien gehören 20 Generibus an, wovon 5 neu gebildete, 15 schon bekannte sind.

Von den 450 Arten der Magenthiere sind 259, also 34 über die Hälfte, bisher unbekannt gewesen und etwa $\frac{1}{3}$ sind den Ländern eigenthümlich, $\frac{2}{3}$ aber europäisch. Viele der hier zuerst genannten haben sich nämlich neuerlich in Europa auch gefunden.

Die formenreichsten Gattungen sind in Amerika wie in Europa *Eunotia* mit 46 Arten, *Navicula* und *Pinnularia*, jede mit 45 Arten. Dann folgen an Artenreichthum die Gattungen *Gomphonema* 21, *Cocconeïs* 19, *Stauroneïs* 18, *Fragilaria, Surirella* 17.

Bemerkenswerth ist, dafs die sämmtlichen, zum Theil sehr ausgezeichneten eigenthümlichen Genera nur in wenigen, meist nur in einzelnen Arten beobachtet sind.

5. Es sind 325 amerikanische unsichtbare Organismen hier abgebildet und 310 zuerst in die systematischen Verzeichnisse durch kurze Characteristik eingeführt.

6. Diese Untersuchungen haben die Feststellung und systematische Übersicht von 2 bisher unbeachteten grofsen Reihen, Familien, mikroskopischer Körper herbeigeführt, die zwar nicht selbstständige Organismen sind, aber für geologische Untersuchungen denselben Werth haben, nämlich die unter dem Familien-Namen *Phytolitharia* geordneten geformten unkrystallinischen Kiesel-Körperchen und die unter dem Namen *Zoolitharia* geordneten Kalk-Körperchen. Beide sind, wie alle Arten von Versteinerungen, als organische Gebilde, zur eben so guten Basis für geologische Schlüsse geeignet.

7. Von der gesammten Formenmasse zeichnen sich durch ihre Verbreitung, mithin auch ihren Einflufs, besonders folgende 11 aus, die man als Weltbürger bezeichnen kann, da sie am südlichsten Ende Südamerika's und am nördlichsten Nordamerika's, also den Polen zunächst, nämlich über den 50. Grad südlicher und 60° nördlicher Breite hinaus gleichartig gefunden sind:

†1 *Cocconeïs Placentula*	†3 *Eunotia amphioxys*
†2 — *Scutellum*	4 — *biceps*

5 *Eunotia Faba*	† 9 *Pinnularia viridis*
†6 *Fragilaria rhabdosoma*	†10 *Stauroptera aspera*
†7 *Gomphonema clavatum*	†11 *Spongolithis acicularis.*
8 — *minutissimum*	

Die mit Kreuzen bezeichneten sind auch gleichartig in Mittel-Amerika und in Europa beobachtet.

8. Von der gesammten Formenmasse zeichnen sich durch Eigenthümlichkeit der Gestaltung 6 Formen aus, welche unter den neuen Generibus verzeichnet sind:

1 *Climacosphenia*	4 *Rhizosolenia*
2 *Goniothecium*	5 *Sphenosira*
3 *Podosira*	6 *Terpsinoë.*

Das Musikthierchen *Terpsinoë*, welches einem aufgeschlagenen Notenblatte mit 12, je 6 übereinander stehenden, Noten gleicht, zeichnet sich durch Eigenthümlichkeit vor allen europäischen aus.

Die ausführlichen Verzeichnisse geben noch mancherlei Gelegenheit zu Vergleichungen und Übersichten, die der beliebigen Auswahl überlassen bleiben.

9. Es giebt in Amerika wie in Europa nicht blofs spurlos vorübergehende momentane Erscheinungen eines solchen kleinsten Lebens, sondern auch weitverbreitete fossile Lager seiner ganz wohl erkennbaren Überreste, welche Erdschichten und Felsmassen bilden.

10. Die amerikanischen mikroskopischen Organismen, welche Erden und Steine bilden können, sind, wie in Europa, nur entweder kieselschalige Magenthiere (Infusorien) oder kalkschalige Mooskorallen (Bryozoen) aus der Abtheilung der Schnörkelkorallen (Polythalamien).

11. Es giebt in Nord-Amerika (Andower Conn., Wrentham Mass.) fossile Lager von Kiesel-Erde, welche zu einem ansehnlichen Theile aus Panzer-Monaden (*Trachelomonas*), nicht, wie alle übrigen, blofs aus Bacillarien und Phytolitharien gebildet worden sind. Eisen-Ocker, den Gallionellen-Lagern sehr ähnlich, giebt es in Amerika (Massachusetts) ebenfalls.

12. Die Mächtigkeit der kieselerdigen fossilen kleinsten Organismen als geognostische Lager ist bis zu 15 Fufs in Massachusetts (Andower) und bis zu 28 Fufs in Virginien (Richmond) beobachtet. Solche Lager sind erwie-

sen am Amazonas in Südamerika und in sehr grofser Ausdehnung von Virginien bis Labrador.

13. Auch die kalkschaligen unsichtbar kleinen Polythalamien verhalten sich in Amerika wie in Europa, ja sie haben in Nord-Amerika der nur erst kurzen Nachforschung schon eine noch riesenhaftere Entwickelung zu erkennen gegeben. Sie bilden deutlich erkennbar den festen Boden und die Felsen des mittleren Nord-Amerika's als Kreideformation von New-Yersey bis zu den Quellen des Mississippi an den Rocky Mountains und selbst die Andes-Gebirge der Äquatorial-Gegenden gehören zur gleichen Kalkbildung, mögen mithin leicht ein nur durch grofse dort wirkende vulkanische Thätigkeit plötzlich oder allmälig umgeänderter Zustand rein organischen Wirkens sein.

14. Es giebt in Amerika (Quito, Massachusetts, Island) wie in Europa brennbare Erden, als nutzbare Torfarten, welche zu einem grofsen Theile, bis zu $\frac{1}{3}$ der Masse, neben Pflanzen-Resten, aus (todten?) mikroskopischen Thierchen bestehen.

15. Es ist in Amerika (Maine), wie in Europa und früher in Klein-Asien, eine technische Anwendung der Infusorien zu Bausteinen und zum Poliren in Aufnahme.

16. Betrachtet man das kleinste Leben, aufser der Verbreitung über die Oberfläche, auch in seiner Verbreitung nach der Tiefe oder Masse der Erde, so ist durch die sehr fleifsigen Untersuchungen amerikanischer achtungswerther Geognosten festgestellt worden, dafs einige der verzeichneten fossilen Lager der kleinen Kieselschalen zu den Tertiärbildungen gehören (Richmond).

Was die kalkschaligen Formen anlangt, so ist gar kein Zweifel mehr bei den bewährtesten und umsichtigsten Geologen, dafs gerade diese oben bezeichneten weit ausgedehnten nordamerikanischen Kalksteine sammt den sie constituirenden Thieren zur Kreide- oder Sekundär-Formation gehören.

17. Die Humusbildung ist in Amerika, wie in Europa, vorzugsweise so abhängig oder begleitet vom unsichtbar kleinen selbstständigen organischen Leben, dafs meist jedes Erdklümpchen, das beim Reinigen der Pflanzen für die Herbarien übersehen und hängen geblieben ist, ganze Reihen von solchen Organismen aufbewahrt enthält.

18. Die Methode des Untersuchens der Humustheile ferner Erdgegenden gewährt, wie das hier vorgelegte Resultat zeigt, in kurzer Zeit eine Möglichkeit wissenschaftlich sicherer Auffassung und Vergleichung des unsichtbar kleinen Lebens aller Erdgegenden von einem und demselben Beobachter mit einem und demselben Instrumente, überhaupt unter den günstigsten Umständen für wissenschaftliche Forschung.

Wie es möglich ist von den Pflanzen der Herbarien die kleinsten Bausteine des Erdfesten aller Zonen leicht zu erlangen, so ist es auch möglich dieselben aus allen Gegenden der Oceane durch Anhänge des Ankers und Senkloths der Schiffe und durch Untersuchung der genossenen Nahrung vieler Seethiere, ohne Ortsveränderung, zur Ansicht zu bringen. Besonders Medusen und Ascidien sind oft ganz erfüllt von diesen Formen.(1) Vielleicht gelingt es, in den Coprolithen der Übergangsgesteine noch zu finden, was die ältern eigentlichen Felsmassen bei ihren Massen-Umwandlungen zerstört haben, da das Feinste der Zerstörung am leichtesten unterliegen mufste.

19. Die Meinung einiger neueren Naturforscher, dafs die Species der thierischen Organismen sich allmälig durch wachsende Schwäche der organischen Constitution aufzehren, ist bei den kleinsten weder in Europa noch in Amerika anschaulich, vielmehr giebt es auch in Amerika bei den mikroskopischen Wesen gewisse Formen, die seit uralten vorgeschichtlichen Zeiten und in allen Climaten sich völlig gleichartig erhalten haben.

20. Es giebt kein Spiel der Natur-Plastik mit beliebigem Formen-Wechsel, auch nicht der kleinsten Formen, auch nicht auf der anderen Erdhälfte, nicht am Äquator, nicht an den Polen, sondern es giebt auf beiden Hemisphaeren eine stetige, von Pol zu Pol gleiche und von der Kreidebildung bis zur Jetztwelt nun als gleich erwiesene Formen-Reihe, die als gleichartige Bausteine in der Oberflächenbildung der Erde eine grofse Rolle spielen.

---

(1) Man vergl. die Akalephen des rothen Meeres 1836 Taf. IV. wo verschluckte *Notommatae, Naviculae* und *Peridinia* der Ostsee dargestellt sind, so wie die in der Abhandlung über die Massenverhältnisse jetzt lebender Kiesel-Infusorien (und die lebende Dammerde) 1837 p. 17 beschriebenen Versuche über den unveränderten Abgang der verzehrten Kieselthiere bei Regenwürmern, Fröschen u. s. w. In den gewundenen Haifisch(?)-Coprolithen und auch in ungewundenen habe ich schon öfter umsonst gesucht, wie denn auch bei lebenden Fischen sich nur selten dergleichen im Darme fanden. — *Fuci* sind selten reich daran.

21. Eine bedeutende Herrschaft des unsichtbaren und dennoch überschwenglich massenhaft existirenden organischen Lebens über einen grofsen, schon für das Ganze beträchtlichen, Theil des Erdfesten ist wissenschaftlich begründet.

22. Aus dem schnellen und grofsen Wachsthum dieser Kenntnisse eines selbstständigen, tiefwirkenden Lebens im kleinsten Raume ergiebt sich, dafs dieses Feld der Untersuchung der besten Kräfte nicht unwerth sein kann, und wenn es auch nicht immer gleich und schnell ergiebig ist, oder wenn es angenehmer sein mag, auf der schon gewonnenen Basis mit bequemer Speculation rasch, mehr poëtisch spielend als ernst in die Ferne zu greifen, so ist es doch nur und allein wissenschaftlich und belohnend, langsam und sicheren Schrittes, am Zügel umsichtiger daher mühevoller Untersuchung und Prüfung dem Ziele sich zu nähern, welches den Geist der denkenden Menschen aller Generationen spannte und aller kommenden Generationen spannen wird.

Das Schärflein des Einzelnen möge neue Kräfte wecken und von der Akademie nachsichtsvoll aufgenommen werden.

VII. Erklärung der Kupfertafeln.

Sämmtliche Zeichnungen sind bei 300maliger Linear-Vergröfserung entworfen, gleich denen des gröfseren Infusorien-Werkes.

Auf den 4 beiliegenden Kupfertafeln sind in gegen 700 Figuren 325 Arten der jetzt lebenden kleinsten Organismen aller amerikanischen Zonen dargestellt und mit den europäischen vergleichbar gemacht. Die fossilen, sehr viel reichhaltiger ermittelten Verhältnisse haben, ihrer Ausdehnung halber, nicht aufgenommen werden können, sind auch bereits für ein anderes gröfseres Werk in Kupfer gestochen und zur nahen Publikation vorbereitet. Auch die jetzt lebenden beobachteten und gezeichneten Formen haben, wie aus den vorn gegebenen Verzeichnissen ersichtlich ist, bei Weitem nicht alle Platz gefunden, doch schien die hier gegebene Auswahl das mir selbst vorschwebende characteristische Bild schon einigermafsen hinreichend ausgeführt vor Augen zu legen.

Ganz besonders hervorzuheben ist, dafs alle hier dargestellten gegen 700 Formen, mit nur geringen, durch Zufall entstandenen Ausnahmen, Ab-

zeichnungen von Präparaten sind, welche ich als eine feststehende Sammlung besitze, und zur ferneren unbeschränkten Vergleichung benutzen kann. Es sind keineswegs ideale Auffassungen vorübergehender momentaner Erscheinungen, die einer scharfen Kritik unzugänglich wären.

Der grüne und braune Inhalt in vielen Figuren aller Tafeln bezeichnet die noch sichtbar erhalten gewesenen Ovarien und mithin den scharfen Beweis, dafs diese Formen der Jetztwelt angehören. Die farblosen Schalen beweisen aber nicht ihren fossilen Zustand, sondern nur, dafs keine Eientwickelung vorhanden war, oder dafs das Thierchen abgestorben und die Schaale leer war. Das Vorkommen dieser leeren Schalen zwischen organisch erfüllten bezeugt, dafs auch ihre Geschlechter, als Species, der Jetztwelt sicher angehören.

Die Mehrzahl der Darstellungen beziehen sich auf die kleinsten Organismen des Süfswassers und des brakischen Wassers. Nur die 3 Gruppen Tafel I. iii. Tafel II. vi. und Tafel III. vii. geben den Eindruck von reinen Seegebilden der amerikanischen Meere.

Tafel I. und II. enthalten die südamerikanischen Formen sammt denen der westindischen Inseln oder der Antillen, Tafel III. enthält nur mexikanische oder mittelamerikanische Formen und auf Tafel IV. sind die nordamerikanischen dargestellt.

Ich habe ganz absichtlich und weil ich es für wissenschaftlich unerläfslich hielt, nicht blofs die neuen Arten abgebildet, sondern den ganzen Gesammteindruck hervorzubringen gesucht, den dieses amerikanische Leben auf uns Europäer in seinen Formen macht. Ehe noch eine breite Basis für die Vergleichung, nicht blofs für den einzelnen Beobachter, sondern für Alle gewonnen war, liefs sich nicht eine entschiedene Theilnahme und wissenschaftliche Nutzbarkeit erwarten, welche sich hierdurch vorbereiten möge.

Tafel I.

Südamerikanische kleinste Lebensformen von den Maluinen- oder Falklands-Inseln, von Chile, Peru und Brasilien.

Die Formen der Falklands-Inseln und von Peru sind Seewasser-Formen, die von Chile und Brasilien gehören dem Festlande und den Flufsgebieten an.

Die ganze Tafel enthält 199 Formen.

I. Maluinen- oder Falklands-Inseln, pag. 298.

1 *Stauroptera aspera* von der Seite
2 — — von vorn, Fragment

3, 4 } *Pinnularia Entomon*

5, 6 *Pinnularia peregrina*
7 — *viridis*
8 *Navicula amphioxys*
9a — *Lyra,* Fragment
9b *Surirella? australis*
10 *Cocconeïs Placentula*
11 — *a. b. c. Scutellum*
12 *Amphora navicularis?*
13 *Gomphonema clavatum*
14 — *minutissimum*
15 *Cocconema Lunula*
16 *Achnanthes pachypus*
17 *Gallionella sulcata*
18 *Arthrodesmus Taenia*
19 *Fragilaria rhabdosoma*
20 *Fragilaria Ventriculus?*
21 — *constricta*
22 *Grammatophora stricta*
23 — *oceanica*
24 *Eunotia biceps*
25 — *Faba?*
26 — *amphioxys*
27 *Actinoptychus senarius*
28 *Spongolithis acicularis*
29, 30, 31 — *Fustis*
32 — *cenocephala*
33 — *aspera*
34 — *capitata*
35 — *Clavus.*

II. Chile, pag. 299.

1 *Stauroptera cardinalis*
2 *Pinnularia chilensis*
3 *Stauropteragibba*
4 *Pinnularia Esox*
5 *Stauroptera Legumen*
6 *Pinnularia borealis*
7 — *Cyprinus*
8 — *gibba*
9 *Stauroneïs amphilepta α*
10 — *phyllodes*
11 — *linearis*
12a — *dilatata*
12b — *constricta*
13 — *amphilepta β*
14 — *gracilis*
15 *Navicula amphioxys*
16 — *limbata*
17a — *Semen?*
17b *Tabellaria laevis*
18 *Surirella Craticula β chilensis*
19 *Synedra spectabilis*
20, 21 — *Entomon*
22 *Synedra acuta*
23 — *Ulna*
24 *Cocconeïs Placentula*
25 *Gomphonema rotundatum*
26 — *clavatum*
27 — *gracile*
28 *Achnanthes pachypus*
29 *Cocconema Lunula*
30 — *leptoceros*
31 *Arcella hyalina*
32 *Spongolithis (Spongilla) lacustris*
33 *Lithostylidium dentatum*
34 — *fusiforme*
35 — *quadratum*
36 — *fusiforme* var.
37 — *Serra*
38 *Lithodontium furcatum.*

III. Peru, pag. 300.

1 *Stauroptera aspera* von vorn
2 — — von der Seite
3 *Pinnularia viridis*
4a *Navicula lineolata*
4b *Navicula paradoxa*
4c *Surirella peruviana*
5 *Eunotia ocellata*
6 — *amphioxys*

7 *Synedra acuta*
8 *Fragilaria Navicula*
9 — *striata*
10 *Grammatophora oceanica*
11 — *angulosa*
12 *Amphora lineolata*
13 *Achnanthes brevipes*
14 *Cocconeïs oceanica!*
15 — *fasciata*
16 — *Scutellum*
17 *Coscinodiscus flavicans*
18 — *subtilis!*
19 — *radiolatus*
20 — *lineatus*? an *eccentricus*?
21 *Actinoptychus senarius*
22 — *nonarius*
23, 24 } *Gallionella moniliformis*
25 *Biddulphia pulchella*
26 *Mesocena heptagona*
27 — *octogona*
28 *Spongolithis (Spongilla) lacustris*
29 — — *acicularis*
30 — *Fustis*
31 *Rotalia peruviana*
32 *Achnanthes pachypus*, Gruppe auf *Conferva allantoides*
33 *Cocconeïs concentrica* (nec *oceanica*) et *Grammatophora oceanica*, Gruppe auf *Polysiphonia dendroidea*
34 *Podosira moniliformis*, Gruppe auf *Polysiphonia dendroidea*.

IV. Brasilien, pag. 302.

1 *Stauroptera microstauron*
2 *Navicula gracilis?*
3 *Pinnularia viridis*
4 *Surirella oblonga?*
5 *Eunotia Elephas*
6*b* — *depressa*
6*a.c.* *Himantidium Arcus*
7 *Synedra Ulna*
8*ab* *Gallionella distans*
8*c* *Difflugia areolata*
9 *Arcella ecornis*
10*a* — *americana*
10*b* *Desmidium hexaceros*
12 *Lithodontium Bursa*
13 *Lithostylidium articulatum*
14 — *(Serra) amphiodon*
15*a* — *macrodon*
15*b* *Amphidiscus clavatus*
16*a* *Lithostylidium amphiodon* β
16*b* *Lithasteriscus tuberculosus.*

Tafel II.

Südamerikanische und Westindische kleinste Lebensformen aus Cayenne, Surinam, Venezuela, St. Domingo, Guadeloupe und Cuba.

Die Formen von Cuba und St. Domingo sind Seewasser-Gebilde, die übrigen gehören dem Festlande und dessen Süfswasser-Gebieten an.

Die ganze Tafel enthält 211 Formen.

I. Cayenne, pag. 306.

1 *Eunotia Camelus*
2 *Himantidium Papilio* *ab* Querflächen, *c.* Bauchfläche, *d* halbgewendete Rückenfläche einer Kette, *e* Rückenfläche einer Kette
3 *Eunotia declivis*
4 *Himantidium guianense* *a-c* Querflächen od. Seitenflächen, *d* etwas gewend. Rückenfl.
5 *Eunotia Pileus* *a* 6 Seitenflächen
6 — *Zygodon*
7 — *Sella*
8 — *dizyga*
9 *Himantidium gracile*
10, 11 } — *Arcus*
12 *Eunotia quinaria*

13 *Eunotia quaternaria*
14 — *tridentula*
15 — *amphioxys*
16 *Stauroneïs phyllodes*
17 — *gracilis*
18 — *anceps*
19 — *lineolata*
20 — *Fenestra*
21 *Stauroptera cardinalis*
22 *Pinnularia viridis*
23 — *macilenta*
24 — *gibba*
25 — *nobilis*
26 — *Tabellaria*
27 — *amphigomphus*
28 — *inaequalis*
29 — *dicephala*
30 — *Pisciculus*
31 *Navicula nodosa*
32 — *amphioxys*
33 — *gracilis?*
34 *Surirella microcora*
35 *Cocconema Fusidium*
36 — *leptoceros*
37 *Gomphonema lanceolatum*
38 — *(apiculatum) Augur!*
39 *Gomphonema gracile*
40 — *Vibrio*
41 *Gallionella crenulata*
42 — *distans*
43 *Difflugia laevigata*
44 — *striolata*
45 — *areolata*
46 *Amphidiscus Rotula*
47 *Spongolithis foraminosa*
48 — *(Spongilla) lacustris*
49 — — *Erinaceus?*
50 — *fistulosa*
51 *Lithodontium rostratum*
52 — *furcatum*
53 — *truncatum*
54 — *nasutum*
55*a*, *b* } *Lithostylidium Clepsammidium*
c — *crucigerum*
d — *Catena*
56 — *quadratum*
57 — *amphiodon*
58 — *dentatum*
59, 60 } — *Serra*
61 — *polyedrum.*

II. Surinam, pag. 307.

1 *Stauroneïs birostris*
2 — *Monogramma*
3 *Pinnularia nobilis*
4 — *macilenta*
5 — *dicephala*
6 — *inaequalis*
7 *Navicula affinis*
8 — *dubia*
9 — *ambigua*
10 — *undosa*
11 — *Carassius*
12 *Fragilaria acuta*
13, 14 } — *diophthalma*
15 — *rhabdosoma*
16 *Eunotia amphioxys?*
17 *Himantidium Arcus*
18 *Synedra scalaris*
19 — *Ulna*
20 *Gomphonema rotundatum*
21 *Cocconema Fusidium*
22 *Amphidiscus Martii*
23 — *clavatus*
24 *Spongolithis acicularis*
25 — *obtusa*
26*a* — *Fustis*
26*b* — *anceps*
27 — *inflexa*
28 — *Acus*
29 — *apiculata*
30 — *foraminosa*
31 — *cenocephala*

32 *Lithasteriscus osculatus*
33 — *tuberculosus*
34 — *radiatus*
35 *Lithostylidium amphiodon*
36 — *Serra*
37 *Lithostylidium ovatum*
38 — *geniculatum*
39, 40 } *Lithodontium furcatum*
41 — *nasutum.*

III. Venezuela, Caraccas, pag. 310.

1 *Pinnularia viridis*
2 *Navicula affinis* Seiten-Ansicht
3 — *biceps (dubia?)*
4 *Synedra spectabilis*
5 *Spongolithis (Spongilla) lacustris,* Fragment
6 *Lithostylidium amphiodon*
7 — *quadratum?*
8 *Lithodontium Bursa.*

IV. St. Domingo, pag. 312.

1 *Pinnularia peregrina*
2 — *macilenta*
3 — *didyma*
4 *Navicula affinis*
5 — *Sigma*
6 — *curvula*
7 *Surirella fastuosa*
8 *Coscinodiscus minor*
9 — *flavicans?*
10 *Eunotia Diodon*
11 *Dictyocha Fibula* β
12 — *trifenestra*
13 *Spongolithis capitata? (Clavus?)*

V. Guadeloupe, p. 311.

1 *Stauroneïs phoenicenteron*
2 *Pinnularia viridis*
3 — *macilenta*
4 *Navicula affinis*
5 *Surirella Craticula*
6 *Synedra spectabilis*
7 *Eunotia Monodon*
8 *Lithostylidium amphiodon*
9 — *polyedrum.*

VI. Cuba, p. 313.

1 *Climacosphenia moniligera a* breite Seite in Selbsttheilung, *b* schmale Seite
2 *Synedra Gallionii a. b.*
3 — *laevis a. b. c.*
4 — *Ulna?*
5, 6 } *Grammatophora oceanica*
7 — *angulosa*
8 — *gibba a. b.*
9 *Amphipentas? alternans,* an *Coniopelta?*
10 *Cocconeïs Scutellum,* an *striata? utraque* adest.
11, 12 } — *oceanica*
13 — *decussata*
14 *Surirella fastuosa*
15 *Actinoptychus Jupiter?*
16 *Coscinodiscus radiolatus*
17 *Coscinodiscus minor?*
18 *Biddulphia pulchella*
19 *Denticella Biddulphia*
20 *Stauroptera aspera?*
21 *Pinnularia viridis*
22 — *peregrina*
23 *Pinnularia Termes*
24 *Navicula duplicata*
25 — *Sigma*
26 — *amphioxys*
27 — *lineolata*
28 *Amphiprora constricta*
29 *Fragilaria —? (cfr. Navicula Trabecula)*
30 *Stauroneïs Polygramma*
31 *Achnanthes pachypus*
32 *Gomphonema clavatum*
33 *Eunotia Argus?*

34 *Eunotia cingulata?*
35 *Lithasteriscus reniformis*
36 *Spongolithis Triceros*
37 — *acicularis*
38 — *Acus*
39 *Triloculina Antillarum*
40 *Triloculina turgida*
41 *Rotalia perforata*
42 — *Cochlea*
43 — *egena*
44 *Textilaria semipunctata.*

Tafel III.

Mittelamerikanische kleinste Lebensformen aus Real del monte, San Pedro y San Pablo, San Miquel, Atotonilco el Grande, Puente de Dios, dem Moctezuma-Flusse und Vera-Cruz.

Die Formen von Vera-Cruz sind Seeformen, alle übrigen sind aus den süfsen Gewässern des Festlandes.

Die Anordnung ist nach der Erhebung der Fundorte vom Meere, die obersten sind aus gegen 9000 Fufs Erhebung, die untersten aus dem Meere selbst.

Die ganze Tafel enthält 201 Formen.

I. Real del monte, p. 315.

1, 2 *Pinnularia viridis*
3 — *peregrina*
4 — *gibba*
5 — *decurrens*
6 — *lanceolata*
7 — *Tabellaria*
8 *Navicula Amphigomphus*
9 — *fulva*
10 — *Amphirhynchus*
11 — *Dirhynchus*
12 — *amphisbaena*
13 — *biceps*
14 — *oblonga*
15 — *rhomboides*
16 — *Scalprum*
17 *Stauroneïs phoenicenteron*
18 — *dilatata*
19 *Stauroptera parva*
20 *Surirella flexuosa*
21 — *Myodon*
22 — *elegans*
23 — *Craticula*
24 *Synedra spectabilis*
25 — *Amphirhynchus*
26 *Fragilaria rhabdosoma*
27 *Sphenosira Catena*
28 *Gallionella crenulata?*
29 *Cocconeïs punctata*
30 — *striata*
31 — *concentrica*
32 *Gomphonema anglicum*
33 — *clavatum*
34 — *rotundatum*
35 — *gracile*
36 *Cocconema cymbiforme*
37 — *Lunula*
38 *Eunotia Librile*
39 — *gibba*
40 — *Textricula*
41 *Himantidium gracile*
42 *Amphora libyca*
43 — *gracilis*
44 *Closterium Lunula*
45 — *lineolatum*
46 *Arcella ecornis*
47 — *Pileus*
48 — *Nidus pendulus*
49 *Difflugia areolata*
50 *Lithostylidium Serra*
51 *Lithodontium furcatum*
52 *Lithostylidium calcaratum.*

II. San Pedro y San Pablo, p. 317.

Von den 20 beobachteten und in Zeichnung vorgelegten Formen sind hier 7 aufgenommen worden:

1 *Navicula fulva*
2 — *amphisbaena*
3 *Stauroneïs phoenicenteron*
4 *Surirella Craticula*
5 *Naunema amphioxys*
6 *Synedra valens*
7 *Closterium acerosum*

III. San Miquel, p. 317.

Von den beobachteten und in Zeichnungen vorgelegten 23 Formen sind hier 15 dargestellt:

1 *Synedra Gallionii*
2 — *acuta*
3 *Eunotia Monodon*
4 — *nodosa*
5 *Pinnularia Termes*
6 — *Tabellaria*
7 *Stauroptera Achnanthes*
8 *Navicula affinis*
9 *Surirella sigmoidea*
10 *Fragilaria diophthalma*?
11 *Cocconeïs praetexta*
12 *Gallionella coarctata*
13 *Lithostylidium Serra*
14 *Lithodontium furcatum*
15 *Lithostylidium calcaratum.*

IV. Atotonilco el Grande, p. 318.

Von den 34 beobachteten und gezeichneten Formen sind hier 14 vorgelegt:

1 *Terpsinoë musica*, *a* mit den Ovar., *b* Fragm.
2 *Navicula fulva*
3 — *sphaerophora*
4 — *Sigma*
5 *Pinnularia Tabellaria*
6 *Eunotia turgida*
7 — *Argus*
8 *Eunotia gibberula*
9 — *amphioxys*
10 *Fragilaria acuta*
11 — *rhabdosoma*
12 *Sphenosira Catena*
13 *Gomphonema Augur*
14 *Cocconema Lunula.*

V. Puente de Dios, p. 319.

Von den 16 gezeichneten Formen sind 10 aufgenommen.

1 *Surirella oophaena*
2 — *euglypta* Vorderfläche
3 — *Regula a* Seitenfläche, *b* Vorderfl.
4 — *euglypta* Seitenfläche
5 — *bifrons*
6 *Surirella Campylodiscus*
7 { *Cocconeïs mexicana* / *Fragilaria acuta* }
8 *Synedra spectabilis*
9 *Gallionella coarctata.*

VI. Moctezuma Fluſs, p. 320.

Es sind 13 von den 24 Formen aufgenommen worden:

1 *Micrasterias Boryana*
2 — *senaria*
3 — *heptactis*
4 *Euastrum margaritiferum*
5 *Arcella aculeata*
6 *Arcella hyalina*
7 *Fragilaria diophthalma*?
8 — *pinnata*, *a*-*e* in versch. Zuständen
9 *Navicula amphioxys*
10 *Fragilaria constricta*

11 *Synedra praemorsa*
12 *Callidina rediviva?*
13 *Lepadella ovalis?*

VII. Vera-Cruz, p. 322.

Von den 120 vorn verzeichneten und von mir in Zeichnung vorgelegten Arten von mexikanischen Seethierchen haben hier nur 50 eine Stelle finden können.

1 *Actinoptychus senarius*
2 — *? hexapterus*, an *Coniopelta?*
3 *Coscinodiscus minor*
4 — *subtilis?*
5 — *eccentricus*
6 *Pyxidicula cruciata*
7, 8 *Coscinodiscus lineatus*
9 *Gallionella sulcata*, a. b.
10 *Triceratium Favus*
11, 12 *Surirella fastuosa*
13 *Campylodiscus ? striatus*
14 — *radiosus*
15 *Cocconeis finnica*
16 — *concentrica*
17 *Amphora libyca*
18 *Pinnularia Apis*
19 — *didyma*
20 — *Conops*
21 — *disphenia*
22 — *Placentula*
23 — *Gastrum*
24 *Ceratoneis laminaris*
25 *Pinnularia diomphala*
26 *Stauroptera aspera*
27 *Navicula rhombea*
28 *Achnanthes turgens*
29 — *pachypus*
30 *Terpsinoë musica* Fragment
31 *Grammatophora stricta*
32 — *mexicana*
33 — *undulata*
34 *Grammatophora angulosa*
35 *Dictyocha splendens*, an *Coniodictyum?*
36 *Spongolithis Anchora*, an *Coniocampyla?* Die wahre kieselerdige *Spong. Anchora* (α) kommt überdiefs auch in Vera-Cruz vor. Diese 3 Körperchen, *Dictyocha? splendens*, *Spongolithis Anchora* β und *Sp. Agaricus* sammt *Actinoptychus hexapterus* und dem nicht abgebildeten *Pileolus* könnten doch *Zoolitharien*, Kalktheilchen von *Echinodermen*, sein, an deren Formen sie allzunah antreten. Vielleicht gelingt noch eine entscheidendere Prüfung auf den Kalkerdegehalt.
37 *Spongolithis uncinata*
38 — *Agaricus*, an *Coniocoryna?*
39 — *Acus*
40 — *Clavus*
41 *? Spirillina vivipara*
42 *Spiroloculina Lagena*
43 *Planularia? Pelagi*
44 *Textilaria ocellata*
45 *Grammostomum tenue*
46 *Textilaria stichopora*
47 *Cristellaria ? vitrea*
48 *Planulina tenuis*
49 *Allotheca Megathyra*
50 *Nonionina Millepora*
51 *Ptygostomum oligoporum.*
Die letzten 3 Formen zeigen die eingetrockneten Ovarien, waren mithin lebend als sie gesammelt wurden.

Tafel IV.

Jetztlebende Infusorien aus Nord-America, New-York, Labrador, Neufundland, Kotzebue's Sund, Spitzbergen.

Die Formen dieser Tafel haben das besondere Interesse, daſs ihre Mehrzahl lebend in Berlin beobachtet und gezeichnet werden konnte, wie p. 333 angezeigt worden ist.

Die ganze Tafel enthält 82 Formen.

I. New-York, p. 338.

Es sind hier 45 von den 79 in Berlin lebend beobachteten und den 153 aus New-York im Allgemeinen bekannten und in Zeichnung vorgelegten Arten dargestellt worden.

1 *Synedra valens*
2 *Navicula Iridis a* Hauptfläche, *b* Seitenfl.
3 *Pinnularia Dactylus*
4 — *Tabellaria*
5 — *borealis*
6 *Navicula lineolata*
7 *Pinnularia Legumen* mit Eierplatten und Sexualdrüsen
8 *Navicula amphisbaena*
9 *Cocconeïs finnica*
10 *Himantidium Monodon*
11 — *Arcus*
12 *Eunotia depressa*
13 — *quinaria*
14 *Euastrum crenulatum*
15 — *americanum*
16 — *Sol*
17 — *verrucosum*
18 — *ansatum*
19 — *margaritiferum*
20 *Desmidium apiculosum*
21 — *ramosum*
22 — *senarium*
23 — *eustephanum*
24 — (*tridens*) *hexaceros*
25 *Pentasterias margaritacea*
26 *Xanthidium coronatum*
27 *Closterium turgidum*
28 — *Cucumis*
29 — *crenulatum*
30 — *striolatum*
31 *Gallionella crenulata*
32 — *aurichalcea*
33 *Trachelomonas aspera*
34 *Arcella hyalina*
35 — *constricta*
36 *Difflugia acanthophora*

Unter dem Namen *Euglypha alveolata* hat Herr Felix Dujardin in seinem Buche *Histoire naturelle des Zoophytes, Infusoires, Suite a Buffon* 1841 p. 251, Pl. 2, Fig. 9, 10. die bloſsen Schalen von 2 Arten der Gattung *Difflugia* von Paris abgebildet. Eine derselben, Fig. 9, ist dieser nordamerikanischen *Diff. acanthophora* sehr ähnlich, wohl gleich, die andere ist eine über die ganze Erde sehr verbreitete Form, welche bei Berlin, aus Brasilien, vom Kotzebue's Sunde, vom Cap, aus Madagascar und aus Neuholland von mir, ohne Begleitung der andern, beobachtet, und die früher und hier als *Diff. areolata* (s. T. IV. v. 2), verzeichnet worden ist. Sonach zerfällt jene *Euglypha alveolata*, (von der ich die *Euglypha tuberculosa* desselben Autors nicht für verschieden halte), in die *Difflugia acanthophora* und *areolata*. Auch die hier verzeichnete *Arcella hyalina* scheint identisch mit der Gattung *Trinema* von Dujardin zu sein, und *Trinema* sowohl als *Gromia* dieses Schriftstellers sind offenbar keine eigenthümlichen Genera, sondern *Arcellae*.

37 *Cocconema cymbiforme*
38, 39 } *Peridinium cinctum* (*Glenodinium?*)
40 *Anuraea stipitata*
41, 42 } *Amphidiscus Rotula*
43 — *Martii*
44 *Pollen Pini*
45 — *Passiflorae?*

II. Okak Labrador, p. 359.

Von den 53 Arten, welche beobachtet und in Zeichnung festgehalten wurden, sind hier nur 13 aufgenommen.

1 *Stauroptera Isostauron*
2 — *Microstauron*
3 — *scalaris*
4 *Navicula mesolepta*
5 *Stauroneïs birostris*
6 *Navicula affinis*
7 — *mesotyla*
8 *Navicula Semen*
9 *Pinnularia pachyptera*
10 *Cocconema gracile?*
11 *Difflugia Lagena*
12 *Arcella Disphaera*
13 *Eunotia septena.*

III. Neufundland, p. 358.

Es sind von den 25 beobachteten Formen nur 2 hier dargestellt.

1 *Surirella bifrons*
2 *Stauroptera Achnanthes.*

IV. Spitzbergen, p. 364.

Von den 9 beobachteten Arten sind nur die beiden wohl erhaltenen Infusorien hier aufgenommen worden.

1 *Stauroptera aspera*
2 *Synedra Ulna.*

V. Kotzebue's Sund, p. 363.

Es sind von den 16 erkannten verschiedenen Organismen 11 hier dargestellt.

1 *Arcella constricta*
2 *Difflugia areolata*
3 *Arcella hyalina*
4 *Pinnularia borealis*
5 — *inaequalis*
6 *Himantidium Monodon*
7 *Eunotia amphioxys*
8 *Navicula Bacillum*
9 *Fragilaria rhabdosoma*
10 *Navicula affinis*
11 *Gallionella distans?*

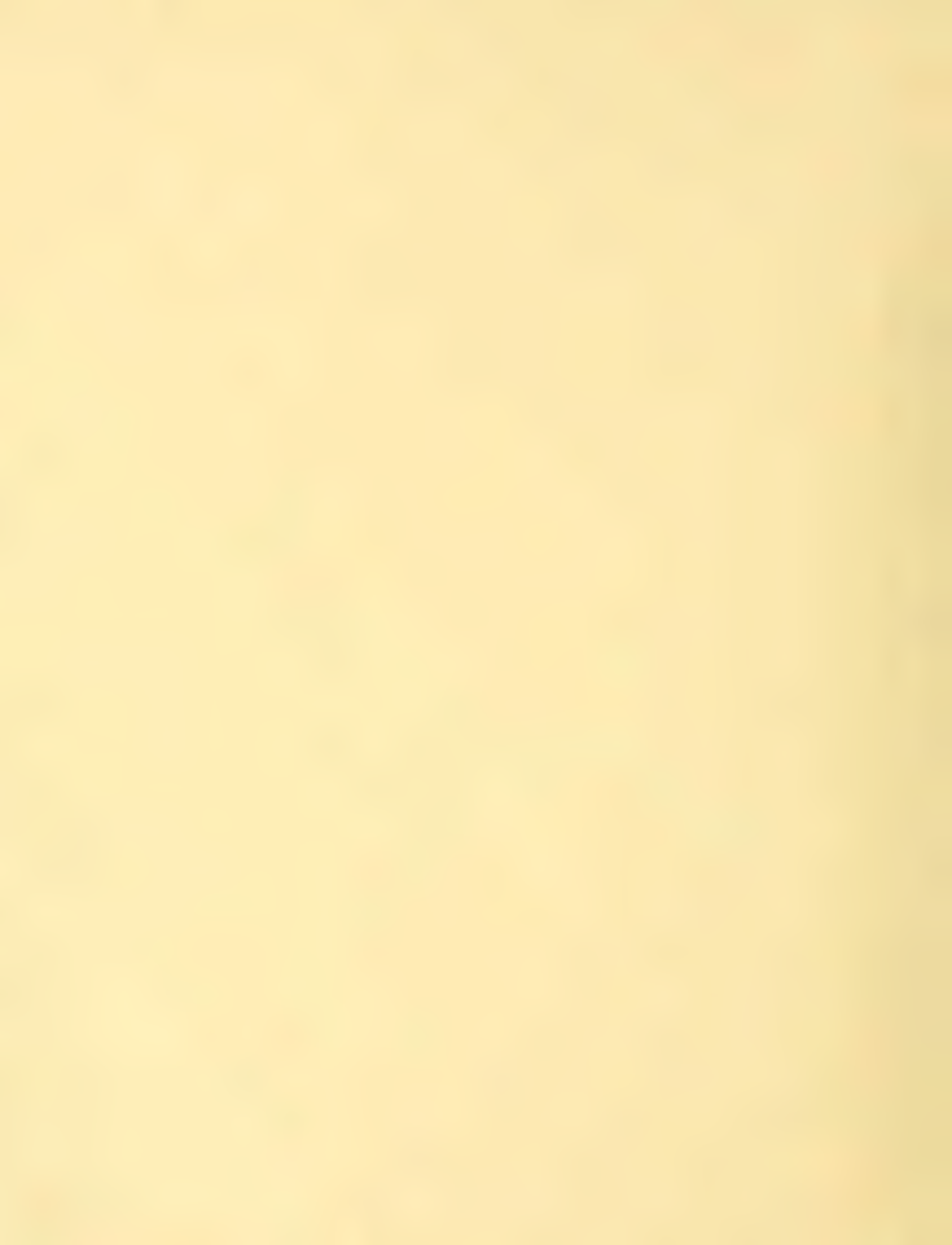
Berichtigungen.

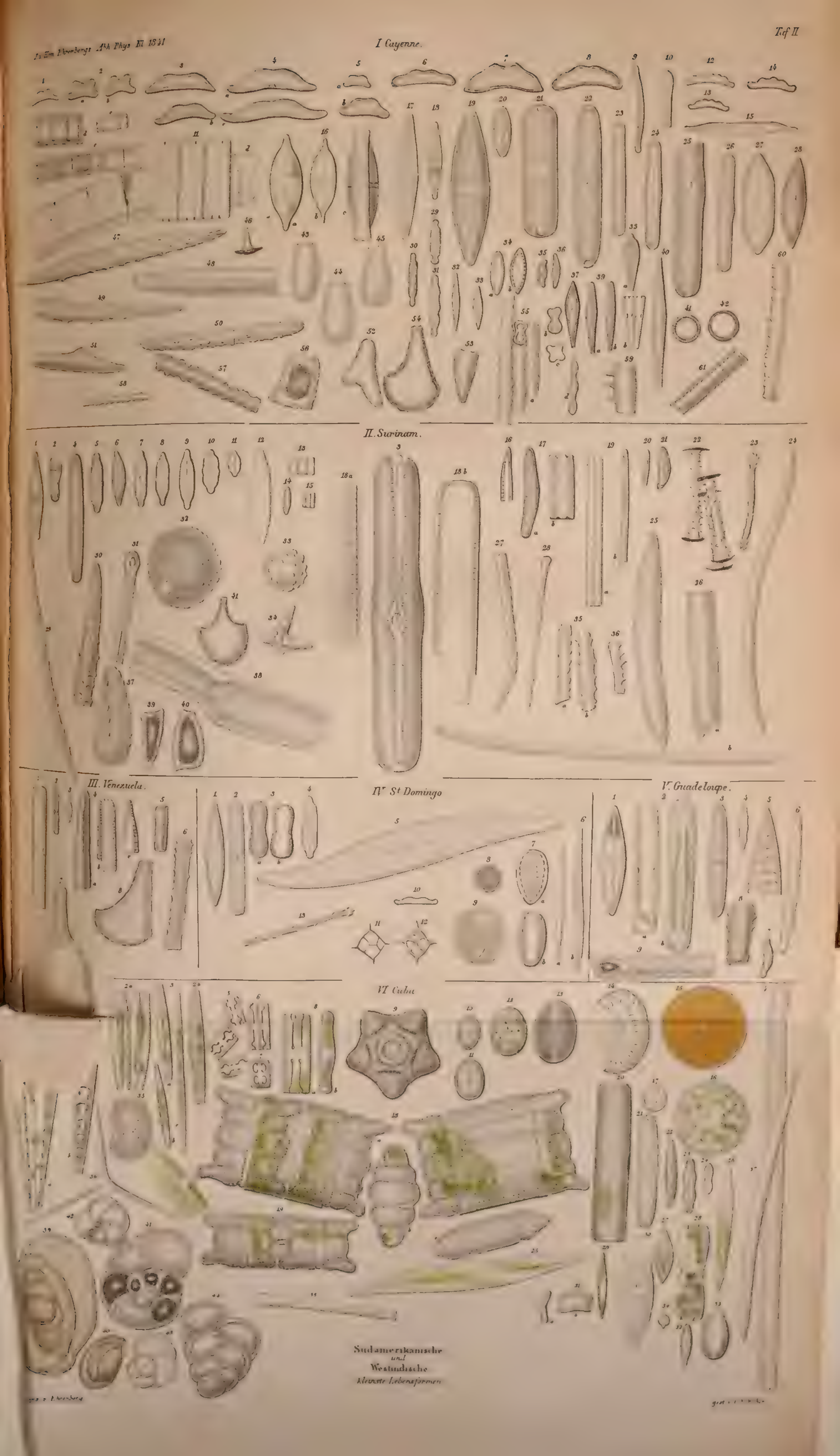
Pag. 302 Nr. 10 oben ist der Stern unrichtig.
— 305 Nr. 34 und 35 fehlt: *Spongolithis*.
— 314 erste Textzeile von oben lies anstatt mikroskopischen kleinen Körpern, mikroskopischen kieselschaligen Körpern.
— 315 Zeile 16 von oben lies Irland für Island.
— 319 lies *Stauroneis birostris* und *Synedra Amphirhynchus*.
— 367 Zeile 2 von oben l. III. VII. 29.
— 370 — 2 von oben lies T. I. III. 14 für 33 (14).
— 371 — 7 von oben ist zuzusetzen I. III. 20.
— 376 — 4-5 von oben ist wegzustreichen: I. III. 9.
— 377 — 4 von oben ist zuzusetzen IV. V. 11.
21 von oben wegzustreich.. Cayenne und T. II. I. 38, welches zu *G. Augur* gehört.
8 von unten l. II. VI. 32 für II. IV. 32.
— 379 — 9 von unten l. II. I. 2 a-e.
— 380 — 8 von unten l. I. I. 8 für I. II. 8.
— 381 — 12 von unten l. Cuba I. Fig. T. II. VI. 24.
5 von unten (ist mit Zeile 6 verwechselt) l. Bridgwater Mass.
6 von unten (ist mit Zeile 5 verwechselt) l. Maine A.
— 387 — 11 von oben ist zuzusetzen III. II. 3.
12 von unten l. T. I. I. 1. 2 für I. I. 12.
— 388 — 13 von unten setze zu: II. VI. 14.
— 394 — 2 von unten l. II. VI. 37.
7 von unten l. I. III. 28 für I. III. 2 u.
— 395 — 1 von oben l. II. VI. 38.
2 von oben l. VII. 39 für VI. 39.
15 von oben l. I. I. 33 für I. 2. 9.
— 396 — 16 von unten l. II. VI. 36.
— 398 — 2 u. 4 von oben l. II. VI. 42. 43.
— 404 — 4 von unten l. *Lithasterisci*.
— 408 — 16 von oben l. geformte unkrystallinische mikroskopische Theile.
— 412 — 3 v. unten l. = *Coniodictyum*.


Zu Hrn. Ehrenbergs Abh. Phys. Kl. 1841.
I. Falklands Inseln
Taf. I
II. Chile
III. Peru
IV. Brasilien.
Südamerikanische
kleinste Lebensformen.
v. Ehrenberg
gest. v. C. E. Weber.




I. Cayenne.
II. Surinam.





Abh Phys Kl 1841
Taf II
I Cayenne.
II. Surinam.
III. Venezuela.
IV St Domingo
V. Guadeloupe.
VI Cuba
Sudamerikanische
und
Westindische
kleinste Lebensformen




I. Real del monte.
II San Pedro y San Pablo
III San Miguel.





I. Real del monte.
Taf. III
II San Pedro y San Pablo
III. San Miguel.
IV. Atotonilco el Grande
V Puente de Dios
VI Moctezuma Fluſs.
VII Vera Cruz
Mittelamerikanische kleinste Lebensformen Mexico




I. New York.





Jetztlebende Infusorien
aus Nord-Amerika.
1–38 aus Amerika in Berlin lebend beobachtet.



Mathematische

Abhandlungen

der

Königlichen

Akademie der Wissenschaften

zu Berlin.

Aus dem Jahre

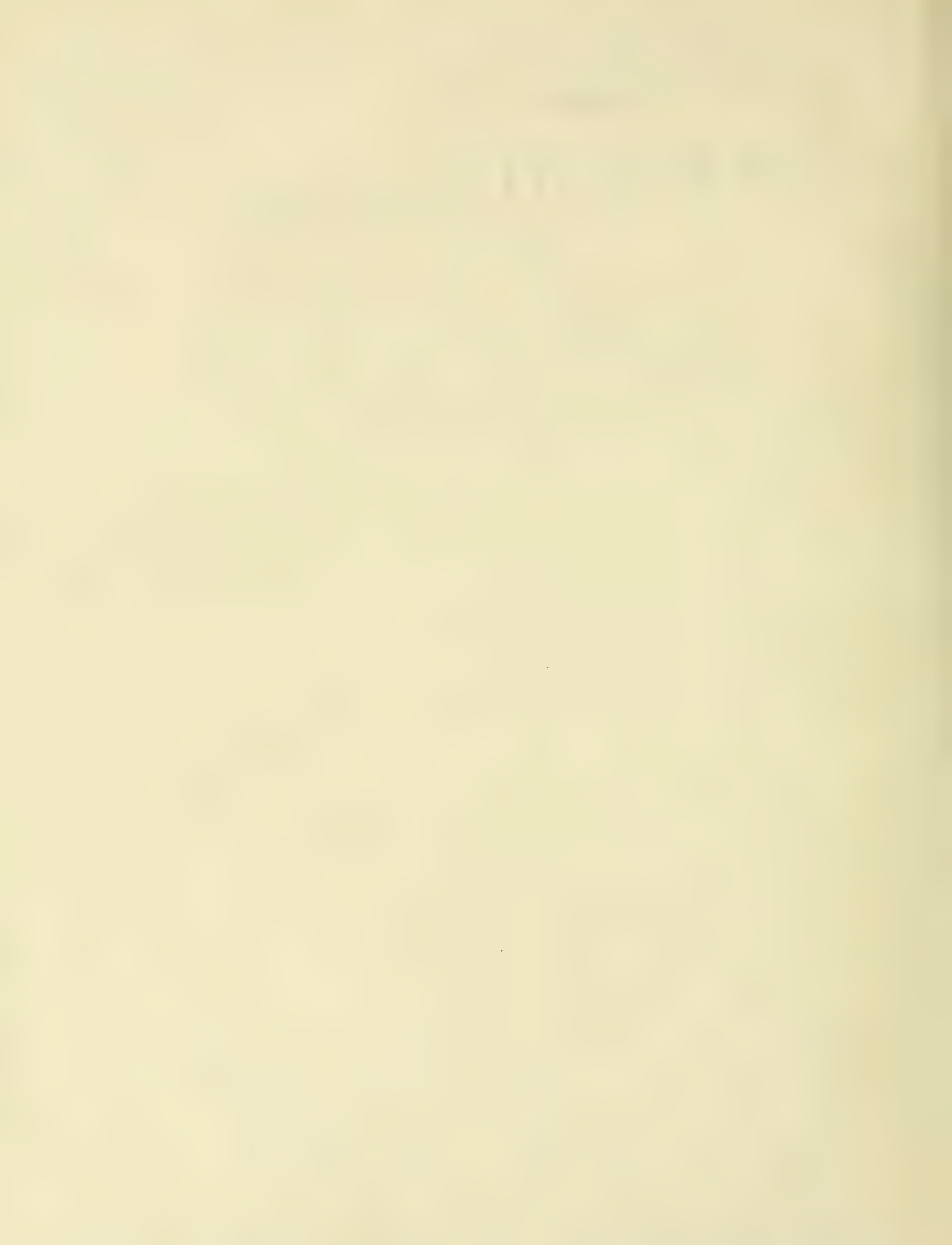
1841.

Berlin.

Gedruckt in der Druckerei der Königl. Akademie
der Wissenschaften.

1843.

In Commission bei F. Dümmler.



Inhalt.



Versuch einer neuen Bestimmung der Nutations- und Aberrations-Constanten aus beobachteten Geraden-Aufsteigungen des Polaris.

Von

Hrn. BERNHARD von LINDENAU,

vormaligen Director der Sternwarte Seeberg.

Mehrere wichtige astronomische Elemente lassen sich mit einem so vorzüglichen Grad von Genauigkeit aus den beobachteten Geraden-Aufsteigungen des Polaris herleiten, dafs die geringere Sorgfalt früherer Astronomen auf diese Art von Beobachtungen und deren Mangel in manchen aufserdem werthvollen astronomischen Tagebüchern, wahrhaft bedauert werden mufs. Eine Unterredung mit meinem verehrten Freunde Gaufs, lenkte meine Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand hin und da ich mich aus einer Betrachtung des zwischen den beobachteten Ger. Aufst. des Polaris und der Nutations-Constante bestehenden Verhältnisses, bald überzeugen mufste, dafs eine gehörige Behandlung der erstern, den Werth der letztern, mit vorzüglicher Sicherheit zu gewähren vermag, so säumte ich nicht alle in dem Zeitraum vom Jahre 1750 bis 1816 vorhandenen Beobachtungen des Polaris aufzusuchen, nach einem strengen und gleichförmigen Verfahren zu reduciren, und daraus die in den nachfolgenden Blättern enthaltenen Resultate abzuleiten.

Wie schwierig und zeitraubend eine genaue Beobachtung des Polaris im Mittags-Fernrohr ist und mit welcher Aufmerksamkeit und Behutsamkeit das letztere behandelt und rectificirt werden mufs, um eine brauchbare Ger. Aufst. dieses Gestirnes zu erhalten, das ist allen praktischen Astronomen zu gut bekannt, um sich darüber verwundern zu können, dafs bis zu Bradley's Zeiten, keine für meinen Zweck taugliche Beobachtung aufgefunden werden

konnte. Mit Ausnahme der Bradley'schen Tagebücher, sind die Beobachtungen des Polaris, bis zum Anfange dieses Jahrhunderts, bei weitem nicht so zahlreich, als es zur Vollständigkeit meiner Untersuchung, wünschenswerth gewesen wäre. Wenn bei mehreren astronomischen Untersuchungen — der Praecession, der Saecular-Änderungen der Planeten-Elemente, der eignen Fixstern-Bewegung — die Länge des inneliegenden Zeitraums, zwischen den verglichenen Beobachtungen, deren mindere Genauigkeit zu compensiren und unschädlich zu machen vermag, so ist dieses bei den Constanten der Aberration und Nutation, deren Argumente periodisch sind, nicht der Fall. Darum konnten die zahlreichen Beobachtungen von Flamsteed und Hevel in meine Rechnungen nicht mit aufgenommen werden, da die Aufstellung der von ihnen gebrauchten Instrumente zu viel Ungewifsheit übrig liefs und die daraus hergeleiteten auf gleiche Epoche reducirten mittlern AR. des Polaris, um mehr als eine Zeit-Minute von einander abweichen. Selbst die mit Sorgfalt gemachten Beobachtungen von La Caille (*Fundamenta Astronomiae*), bereits früher von Zach und Delambre berechnet, boten nicht eine ausreichende Genauigkeit dar. Die von mir mit andern Elementen und Methoden vorgenommene neue Reduction dieser Beobachtungen hat das Resultat jener Astronomen bestätigt, dafs daraus für 1750 eine AR. des Polaris erhalten wird, die von der richtigen 8 - 10″ in Zeit abweicht. Eigenthümlich ist die Erscheinung, dafs die Beobachtungen von Flamsteed, Hevel und La Caille die AR. des Polaris durchaus zu klein geben und somit vielleicht einerlei Fehlerquelle gehabt zu haben scheinen, wenn auch weder die gebrauchten Instrumente, noch auch das Beobachtungs-Verfahren eine befriedigende Erklärung darüber zu gewähren vermochte. In der schönen und ungeheuern Sammlung von Beobachtungen, die in der *Histoire céleste* enthalten sind, kommen auch Durchgänge des Polaris vor, deren Reduction jedoch meine Vermuthung bestätigte, dafs für diese schwierige Beobachtung ein Mauerquadrant nicht gerade das geeignete Werkzeug ist.

Einer nähern Untersuchung und Berechnung glaubte ich Wollaston's [1] Beobachtungen unterwerfen zu müssen, die sowohl durch ihre bedeutende Zahl als durch ein vortreffliches Instrument, eine besondere Beachtung erheischten; das Resultat der Rechnung war folgendes:

---

[1] *Astronomical Observations.*

Jahr und Tag der Beob.		Beobachtete AR. des Polaris.	Mittlere AR.	AR. für 1. Jan. 1800.
		h ′ ″	h ′ ″	h ′ ″
1792. Decbr.	11	0 51 28.3	0 50 55.92	0 52 25.72
»	15	» 29.5	» 56.77	» 26.45
»	21	» 27.3	» 55.66	» 25.12
»	22	» 25.0	» 56.92	» 25.35
»	23	» 23.3	» 55.90	» 25.30
»	27	» 22.6	» 55.01	» 27.37
»	30	» 17.7	» 51.24	» 23.39
1794. Juni	27	» 29.7	51 21.75	» 32.24
»	28	» 31.9	» 23.30	» 33.75
»	29	» 29.6	» 20.37	» 30.19
Novbr.	24	52 0.0	» 23.23	» 28.58
»	25	51 57.7	» 21.46	» 26.79
»	27	» 53.0	» 17.81	» 23.06
Decbr.	3	» 50.6	» 18.84	» 23.88
1795. Juni	2	» 16.7	» 30.47	» 29.26
»	3	» 18.4	» 31.60	» 30.35
»	13	» 26.0	» 33.36	» 31.78
Aug.	17	52 8.0	» 36.91	» 32.03
»	31	» 10.0	» 32.91	» 28.54
Septbr.	2	» 9.0	» 31.18	» 26.85
Novbr.	7	» 6.0	» 28.06	» 21.30
»	8	» 5.7	» 28.11	» 21.32
»	10	» 9.0	» 32.09	» 25.23
»	11	» 11.0	» 34.46	» 27.55
»	23	» 4.5	» 33.35	» 26.03
»	24	» 3.0	» 32.37	» 25.01
1796. Mai	17	51 4.8	» 33.63	» 20.15
»	18	» 6.3	» 33.94	» 20.42

Da ich die für meine Untersuchung gewünschte Zahl von Beobachtungen aus andern astronomischen Tagebüchern zu vervollständigen vermochte, so habe ich die vorstehenden Beobachtungen, deren mittlere Resultate um 10-13 Zeitsecunden von einander abweichen, in die nachfolgenden Bedingungs-Gleichungen nicht mit aufgenommen.

Nachdem ich alle bis jetzt ([1]) bekannt gewordenen astronomische Tagebücher durchgegangen und die darin befindlichen Beobachtungen des Polaris reducirt hatte, mufste ich mich überzeugen, dafs für das 18[te] Jahrhundert nur die reichen Tagebücher der Greenwicher Sternwarte dem vorliegenden Zweck mit Zuverlässigkeit zu entsprechen vermochten. Denn wa-

([1]) Sämmtliche Rechnungen wurden in den Jahren 1815, 16, 17 und 18 gemacht.

ren auch für diese Epoche gute Beobachtungen von Zach, Piazzi und Cagnoli vorhanden, so konnten diese hier doch darum nicht gebraucht werden, weil diese berühmten Astronomen nicht die beobachteten, sondern nur die mittlern AR. des Polaris angaben, die in meine Gleichungen, wegen wahrscheinlicher Verschiedenheit der Reductions-Elemente, nicht mit aufgenommen werden konnten.

Weit zahlreicher waren die Hülfsmittel für das laufende Jahrhundert, wo ich theils meine eignen Seeberger Beobachtungen, theils die von Bessel, Struve, Carlini und Piazzi benutzen konnte.

Der Zweck meiner Untersuchung war ein dreifacher: einmal die genaue Bestimmung der AR. des Polaris für 1785 — Epoche, die zwischen den Bradley'schen Beobachtungen und den heutigen so ziemlich in der Mitte liegt — und dann die der Aberrations- und Nutations-Constanten, von denen vorzüglich letztere aus den beobachteten AR. dieses Sterns mit einer Genauigkeit und Sicherheit hergeleitet werden kann, wie wohl keine andere zeither dazu angewandte Methode zu gewähren vermag.

Die Aberrations-Constante, deren sich alle Astronomen zeither bedienten, beruhte theils auf einer kleinen Anzahl Bradley'scher Beobachtungen und des berühmten Entdeckers eigner Bestimmung, theils auf Delambre's Untersuchung der Verfinsterungen des ersten Jupiters-Trabanten. Beide Resultate schlossen eine Ungewifsheit von 0″5 bis 0″75 nicht aus, und wenn neuerdings von einigen Astronomen eine positive Correction der Delambreschen Constante (20″25) gefunden wurde, so haben auch meine Rechnungen deren Vergröfserung ergeben.

Eben so wie die Aberration war auch die Nutations-Constante auf eine doppelte Art erhalten worden; direct aus Bradley's Zenithal-Beobachtungen von γ Draconis und indirect durch Annahme eines anderwärts hergeleiteten Werthes der Mondsmasse und der Dimensionen des Erdsphaeroids; die Genauigkeit der erstern Bestimmung hängt von der schwer zu erfüllenden Bedingung ab, dafs der Sector während eines neunjährigen Zeitraums stets gleichförmige Resultate gewährte, während die Gröfse der Mondsmasse und des Erdsphaeroids noch immer einer schwankenden Ungewifsheit unterliegen.

Aus diesen Gründen und in Beachtung des wichtigen Einflusses, den Aberration und Nutation auf die Mehrzahl aller astronomischen Rechnungen

haben, schien eine neue Untersuchung dieser Elemente um so weniger eine überflüssige zu sein, als die beobachteten Geraden-Aufsteigungen des Polaris zu diesem Zweck noch nicht benutzt worden waren. Allerdings gehören dazu zahlreiche, mehrere Mondsknoten-Umläufe umfassende Beobachtungen, wie sich solche in den Greenwicher Tagebüchern und denen einiger Continental-Sternwarten vorfinden.

Durch die Nähe des Sterns am Pol geschieht es, dafs die Wirkungen der Nutation und Aberration auf die beobachteten Geraden-Aufsteigungen, im Maximum, das Vierunddreifsigfache der Constanten betragen: verbindet man also Beobachtungen, die im positiven und negativen Maximum der Aberration und Nutation gemacht wurden, so wird die Differenz der auf einerlei Epoche reducirten mittlern Orte des Polaris das Sechzigfache der in den Constanten befindlichen Fehler betragen. Ist nun auch die Beobachtung einer AR. dieses Sterns, wegen dessen langsamer Bewegung und des grofsen Einflusses einer unrichtigen Lage des Mittag-Fernrohrs, allerdings so schwierig, dafs sich eine einzelne, wenn auch durch mehrere Fäden-Appulse bestimmte, gerade Aufsteigung bis auf ein paar Zeit-Secunden nicht verbürgen läfst, so zeigen doch die Beobachtungen der Greenwicher, Königsberger, Dorpater und Seeberger Sternwarten, mit einzelnen Ausnahmen — deren Ursachen meistens nachgewiesen werden können — eine so schöne Übereinstimmung, dafs jedes mittlere Resultat aus einigen Beobachtungen bis auf eine Zeit-Secunde für sicher gelten kann, und somit die auf einer grofsen Zahl von Beobachtungen beruhende neue Bestimmung jener Constanten Vertrauen verdient. Allerdings hätte ich gewünscht, für den Zeitraum von 1788-1800 eine gröfsere Anzahl von Beobachtungen, als die Greenwicher Jahrbücher darbieten, benutzen zu können, was denn aber aus den oben angegebenen Gründen unthunlich war. Allein auch jetzt, wo ich meine Untersuchungen mit 1577 Meridian-Durchgängen, aus denen 800 gerade Aufsteigungen abgeleitet wurden, geschlossen habe, glaube ich für die daraus hervorgehende bedeutende Correction der frühern Nutations-Constante eine sichere Basis gewonnen zu haben.

Eine gröfsere Zahl von Beobachtungen des Polaris würde zu dem angegebenen Behuf haben benutzt werden können, hätte ich aus einzelnen Durchgängen gerade Aufsteigungen ableiten wollen; allein zahlreiche Erfahrungen, die sich sowohl auf meine eignen, als auf Greenwicher Beobach-

tungen gründen, führten zu der Überzeugung, dafs das Resultat einer Culmination, auch bei der sorgfältigsten Reduction, immer auf einige, ja auf mehrere Zeit-Secunden ungewifs bleiben kann. Weder unsere Niveaus, Pendel-Apparate, Meridian-Absehen, noch auch die bekannten Methoden, die Lage des Mittags-Fernrohrs durch andere Sterne zu bestimmen, können ausreichende Sicherheit gewähren, wenn die Beobachtung sehr nahe am Pol geschieht. Auch scheint man diesem Instrument früherhin eine Vollkommenheit und besonders eine Unveränderlichkeit der Lage zugetraut zu haben, die es in der Wirklichkeit wohl nicht besitzt: ich beziehe mich, als Beleg für diese Ansicht, auf das competente Zeugnifs von Pond, der im Jahrgang 1812 seiner *Astronomical Observations* p. 243 hierüber folgendes sagt:

„*The transit Instrument, has long been suspected, to be not so perfect an instrument as was once supposed, and with the hope of being able to throw some light upon this subject, I instituted a series of observations, on circumpolar stars, first with the axis in its usual position and afterwards with it reversed, and the discordant results obtained by this experiment, unfortunately prove but too clearly, that the instrument is extremely defective. The axis or telescope, or perhaps both, bend in some very irregular manner, so that the optical axis of the telescope, cannot be made, to describe a great circle of a sphere. It passes in the usual position of the instrument through the pole and bisects a point in the horizon, considered as the meridian mark, but which is probably not correctly placed, for this mark indicates nothing more than the position of the instrument, when the line of collimation passes through the pole, after the usual and well known verifications have been made.*"

Diese Angabe stimmt ganz mit Bessels und meinen Erfahrungen überein, dafs die Lage des Mittags-Fernrohrs anomalischen Modificationen unterworfen ist, über deren Gesetz und Veranlassung eine befriedigende Nachweisung oder Erklärung nicht immer gegeben werden kann. Minder möchte ich diesem vorzüglichen Beobachter beistimmen, wenn er bei weiterer Verfolgung der obigen Ansicht die AR. des Polaris für 1812:

bei directer Lage des Mitt. Fernrohrs	=	$0^h\ 55'\ 8''.49$
» umgekehrter » » »	=	$0\ 55\ 4.99$

findet (p. 244 und 247) und diese Differenz allgemein als Fehler des Instru-

mentes betrachtet. Mehr möchte ich den Grund dieser Differenz darin finden, dafs die geraden Aufsteigungen aus einzelnen Durchgängen berechnet und zur Formirung des Endresultats eine weit gröfsere Zahl unterer Durchgänge angewendet wurde. Meine Reduction der Pond'schen Beobachtungen, wo immer zwei zunächst liegende Durchgänge mit einander verbunden wurden, gewährten sowohl unter sich, als mit andern gleichzeitigen Beobachtungen, sehr gut harmonirende Resultate.

Kein Himmelskörper verlangt bei Reduction des beobachteten scheinbaren Ortes auf den mittleren so viel Sorgfalt als der Polaris; will man also zuverlässige und solche Resultate erhalten, die unter sich vergleichbar sind, so mufs das ganze Reductions-Verfahren eben so scharf als gleichförmig geführt werden. Da die bei andern Sternen für längere Zeiträume als constant anzunehmenden Ausdrücke für Praecession, Aberration und Nutation hier schnell wechseln, so mufsten die Correctionen überall aus den Formeln berechnet werden, wie solche in den nachfolgenden Blättern gegeben sind: denn die vortrefflichen Formeln und Tafeln, die Bessel in seinen Werken „*Fundamenta Astronomiae pro anno* 1755" und „*Tabulae Regiomontanae*" gegeben hat, konnten von mir nicht benutzt werden, da die Mehrzahl aller hierher gehörigen Rechnungen in den Jahren 1816 und 1817 gemacht wurden.

Die Verwandlung einer beobachteten scheinbaren geraden Aufsteigung des Polaris in die mittlere, und deren Reduction auf eine andere Epoche erforderte folgende Correctionen:

1. Praecession; 2. Aberration; 3. Nutation; 4. tägliche Aberration; 5. eigne Bewegung; 6. Parallaxe.

Die Werthe dieser Correctionen wurden nach folgenden Elementen und Formeln berechnet:

1. Praecession.

Nach Bessels Untersuchungen (Untersuchung der Gröfse und des Einflusses des Vorrückens der Nachtgleichen. Preisschrift) ist die Praecession für $1800 + t$ Jahre:

$$\text{Luni-Solar-Praecession} = 50''.32832 - 0.000243589\,t$$
$$\text{ganze Praecession} = 50.18728 + 0.000244296\,t$$

Nimmt man nun für 1755 für den Ort des Polaris denjenigen an, den Bessel aus den Bradleyschen Beobachtungen hergeleitet hat,

AR. = 10° 55′ 45″; Abweichung = 87° 59′ 41″ = δ,

so wird die Preacession des Polaris in gerader Aufsteigung für den Zeitraum von 1750 bis 1820 durch folgende Ausdrücke gegeben:

$$1750 + t = 10''.0762\, t + 0.0229884\, t^2 + 0.00006073\, t^3 + 0.000000158\, t^4 + \cdots$$
$$1760 + t = 10.5505\, t + 0.0248953\, t^2 + 0.00006742\, t^3 + 0.000000180\, t^4 + \cdots$$
$$1770 + t = 11.0701\, t + 0.0270313\, t^2 + 0.00007506\, t^3 + 0.000000205\, t^4 + \cdots$$
$$1780 + t = 11.6376\, t + 0.0294127\, t^2 + 0.00008382\, t^3 + 0.000000236\, t^4 + \cdots$$
$$1790 + t = 12.2560\, t + 0.0320813\, t^2 + 0.00009385\, t^3 + 0.000000270\, t^4 + \cdots$$
$$1800 + t = 12.9291\, t + 0.0350833\, t^2 + 0.00010540\, t^3 + 0.000000310\, t^4 + \cdots$$
$$1810 + t = 13.6632\, t + 0.0384900\, t^2 + 0.00011865\, t^3 + 0.000000358\, t^4 + \cdots$$
$$1820 + t = 14.4633\, t + 0.0423653\, t^2 + 0.00013351\, t^3 + 0.000000411\, t^4 + \cdots$$

2. Aberration.

Aberration in $AR = -a \sin(A + \odot)$;

die Hülfsgröfsen a, A werden bestimmt durch die Gleichungen

$$\frac{c \cos O \cos AR}{\cos \delta} = a \sin A; \quad \frac{c \sin AR}{\cos \delta} = a \cos A.$$

O = Schiefe der Ekliptik;
c = Constante der Aberration;
$\odot$ = Länge der Sonne.

Die Correction wegen Excentricität der Erdbahn $= e \sin(AR + E)$

$$\frac{0.34}{\cos \delta} \cos O \cos P = e \sin E;$$

$$\frac{0.34}{\cos \delta} \sin P = e \cos E.$$

P = Länge des Erd-Perihels.

Diese Correction ist wenig bedeutend, und beträgt für den Polaris

1750	+ 0″.02	in Zeit	1790	+ 0″.04	in Zeit
1760	+ 0.03	»	1800	+ 0.05	»
1770	+ 0.03	»	1810	+ 0.06	»
1780	+ 0.04	»	1820	+ 0.07	»

$$\text{Tägliche Aberration} = \frac{0.313}{\cos \delta} \cos H \cos L.$$

H = Stunden-Winkel; L = geogr. Breite.

3. Nutation.

$$\text{Monds-Nutation in } AR \ldots = -b \sin(B + \Omega ☽),$$
$$7''1822 (\cotg O + \text{tg}\,\delta \sin AR) = b \cos B,$$
$$9''6480 \text{ tg}\,\delta \cos AR \ldots = b \sin B.$$
$$\text{Solar-Nutation} \ldots = -c \sin(C + 2\odot),$$
$$0''434 \cos AR \text{ tg}\,\delta \ldots = c \sin C,$$
$$0''398 \sin AR \text{ tg}\,\delta + 0''917 \ldots = c \cos C.$$

Für die numerische Berechnung dieser Formeln wurden folgende Constanten angenommen:

Aberrations-Constante = 20''25 nach **Delambre**,
Nutations-Constante = 9''648,
unter vorausgesetzter Mondsmasse = $\frac{1}{69}$ nach **La Place**;

für die Coefficienten der Solar-Nutation wurden die Werthe ebenfalls nach den letztern Bestimmungen angenommen: so erhielt ich für die Epochen von 1750 bis 1820 folgende numerische Ausdrücke der oben aufgezählten Reductionen:

1) für Aberration des Polaris in AR.

1750.	+ 35''00 sin (101° 40' — ⊙)	1786.	+ 38''79 sin (103° 26' — ⊙)
1752.	+ 35.20 sin (101 45 — ⊙)	1788.	+ 39.03 sin (103 33 — ⊙)
1754.	+ 35.41 sin (101 50 — ⊙)	1790.	+ 39.27 sin (103 40 — ⊙)
1756.	+ 35.60 sin (101 55 — ⊙)	1792.	+ 39.52 sin (103 47 — ⊙)
1758.	+ 36.02 sin (102 1 — ⊙)	1794.	+ 39.77 sin (103 54 — ⊙)
1760.	+ 36.22 sin (102 7 — ⊙)	1796.	+ 40.02 sin (104 1 — ⊙)
1762.	+ 36.42 sin (102 13 — ⊙)	1798.	+ 40.27 sin (104 8 — ⊙)
1764.	+ 36.62 sin (102 19 — ⊙)	1800.	+ 40.52 sin (104 15 — ⊙)
1766.	+ 36.83 sin (102 25 — ⊙)	1802.	+ 40.77 sin (104 22 — ⊙)
1768.	+ 37.03 sin (102 31 — ⊙)	1804.	+ 41.03 sin (104 29 — ⊙)
1770.	+ 37.23 sin (102 37 — ⊙)	1806.	+ 41.29 sin (104 36 — ⊙)
1772.	+ 37.44 sin (102 43 — ⊙)	1808.	+ 41.55 sin (104 43 — ⊙)
1774.	+ 37.55 sin (102 49 — ⊙)	1810.	+ 41.82 sin (104 50 — ⊙)
1776.	+ 37.66 sin (102 55 — ⊙)	1812.	+ 42.10 sin (104 57 — ⊙)
1778.	+ 37.87 sin (103 1 — ⊙)	1814.	+ 42.37 sin (105 5 — ⊙)
1780.	+ 38.10 sin (103 7 — ⊙)	1816.	+ 42.65 sin (105 13 — ⊙)
1782.	+ 38.33 sin (103 13 — ⊙)	1818.	+ 42.93 sin (105 21 — ⊙)
1784.	+ 38.55 sin (103 19 — ⊙)	1820.	+ 43.20 sin (105 29 — ⊙)

2) für Nutation des Polaris in AR.

Jahr		Jahr	
1750.	+ 18″.18 sin (101° 28′ − ☊☽)	1786.	+ 20″.06 sin (102° 21′ − ☊☽)
1752.	+ 18.27 sin (101 30 − ☊☽)	1788.	+ 20.18 sin (102 24 − ☊☽)
1754.	+ 18.36 sin (101 33 − ☊☽)	1790.	+ 20.30 sin (102 28 − ☊☽)
1756.	+ 18.45 sin (101 36 − ☊☽)	1792.	+ 20.42 sin (102 32 − ☊☽)
1758.	+ 18.55 sin (101 39 − ☊☽)	1794.	+ 20.54 sin (102 36 − ☊☽)
1760.	+ 18.65 sin (101 42 − ☊☽)	1796.	+ 20.66 sin (102 40 − ☊☽)
1762.	+ 18.76 sin (101 45 − ☊☽)	1798.	+ 20.78 sin (102 44 − ☊☽)
1764.	+ 18.86 sin (101 48 − ☊☽)	1800.	+ 20.91 sin (102 48 − ☊☽)
1766.	+ 18.96 sin (101 51 − ☊☽)	1802.	+ 21.04 sin (102 52 − ☊☽)
1768.	+ 19.07 sin (101 54 − ☊☽)	1804.	+ 21.17 sin (102 56 − ☊☽)
1770.	+ 19.17 sin (101 57 − ☊☽)	1806.	+ 21.29 sin (103 0 − ☊☽)
1772.	+ 19.28 sin (102 0 − ☊☽)	1808.	+ 21.42 sin (103 4 − ☊☽)
1774.	+ 19.39 sin (102 3 − ☊☽)	1810.	+ 21.55 sin (103 8 − ☊☽)
1776.	+ 19.50 sin (102 6 − ☊☽)	1812.	+ 21.68 sin (103 12 − ☊☽)
1778.	+ 19.61 sin (102 9 − ☊☽)	1814.	+ 21.82 sin (103 16 − ☊☽)
1780.	+ 19.72 sin (102 12 − ☊☽)	1816.	+ 21.95 sin (103 21 − ☊☽)
1782.	+ 19.83 sin (102 15 − ☊☽)	1818.	+ 22.09 sin (103 25 − ☊☽)
1784.	+ 19.94 sin (102 18 − ☊☽)	1820.	+ 22.24 sin (103 30 − ☊☽)

3) für Solar-Nutation des Polaris in AR.

Jahr		Jahr	
1750.	− 0″.83 sin (255° 58′ + 2⊙)	1786.	− 0″.91 sin (254° 50′ + 2⊙)
1752.	− 0.83 sin (255 55 + 2⊙)	1788.	− 0.91 sin (254 46 + 2⊙)
1754.	− 0.84 sin (255 52 + 2⊙)	1790.	− 0.92 sin (254 42 + 2⊙)
1756.	− 0.84 sin (255 49 + 2⊙)	1792.	− 0.92 sin (254 38 + 2⊙)
1758.	− 0.84 sin (255 46 + 2⊙)	1794.	− 0.93 sin (254 34 + 2⊙)
1760.	− 0.85 sin (255 42 + 2⊙)	1796.	− 0.93 sin (254 30 + 2⊙)
1762.	− 0.85 sin (255 38 + 2⊙)	1798.	− 0.94 sin (254 26 + 2⊙)
1764.	− 0.85 sin (255 34 + 2⊙)	1800.	− 0.95 sin (254 22 + 2⊙)
1766.	− 0.85 sin (255 30 + 2⊙)	1802.	− 0.95 sin (254 17 + 2⊙)
1768.	− 0.86 sin (255 26 + 2⊙)	1804.	− 0.96 sin (254 12 + 2⊙)
1770.	− 0.86 sin (255 22 + 2⊙)	1806.	− 0.96 sin (254 7 + 2⊙)
1772.	− 0.87 sin (255 18 + 2⊙)	1808.	− 0.97 sin (254 2 + 2⊙)
1774.	− 0.87 sin (255 14 + 2⊙)	1810.	− 0.98 sin (253 57 + 2⊙)
1776.	− 0.88 sin (255 10 + 2⊙)	1812.	− 0.99 sin (253 52 + 2⊙)
1778.	− 0.88 sin (255 6 + 2⊙)	1814.	− 0.99 sin (253 47 + 2⊙)
1780.	− 0.89 sin (255 2 + 2⊙)	1816.	− 1.00 sin (253 41 + 2⊙)
1782.	− 0.90 sin (254 58 + 2⊙)	1818.	− 1.01 sin (253 37 + 2⊙)
1784.	− 0.90 sin (254 54 + 2⊙)	1820.	− 1.02 sin (253 32 + 2⊙)

Mittels dieser Ausdrücke wurden alle beobachtete AR. des Polaris reducirt: einmal durch Anbringung von Aberration und Nutation auf die mittlere gerade Aufsteigung des Beobachtungs-Tages, und dann mit der Praecession für $1785 \pm t$ auf den 1. Januar 1785, der als Normalpunkt angenommen wurde, da er so ziemlich in der Mitte sämmtlicher Beobachtungen lag.

Die in Bradley's Sammlung vorkommenden geraden Aufsteigungen des Polaris waren bereits von mir reducirt, als Bessels *Fundamenta Astronomiae* erschienen; doch konnte ich bei dieser Reduction die Stern-Positionen und Rechnungs-Elemente benutzen, die Bessel bereits früher im im Königsbergrr Archiv bekannt gemacht hatte, woraus sich die nahe Übereinstimmung beider Resultate erklärt.

Die eigne Bewegung des Polaris blieb bei diesen Reductionen unberücksichtigt und wurde als unbekannte Gröfse in die Bedingungs-Gleichungen aufgenommen.

Ein mittleres Resultat aus zahlreichen Beobachtungen gab als vorläufige Bestimmung für den 1. Jan. 1785

$$\text{AR. med. Pol.} = 0^h\,49'\,17'' = AR.$$

Correction dieser angenommenen AR.................... $= da$
mittlere durch die Beobachtung gegebene und
auf den 1. Jan. 1785 reducirte AR. des Polaris $= (AR)$
jährlicher Mot. propr. in AR.. $= mP$
Corrections-Factor
für die angenommene Aberrations-Constante $= A(1+\mu)$
» » » Nutations-Constante.... $= N(1+\nu)$
jährliche Parallaxe.. $= \pi$

Die Praecession wurde für richtig angenommen, da die Beobachtungen eines Sternes keinesweges die Genauigkeit gewähren und das Zutrauen verdienen können, wie Bessel's oben erwähnte Bestimmung, die das Resultat einer sehr umfassenden und ganz erschöpfenden Arbeit ist.

Nach Maafsgabe der vorstehenden Bezeichnungen wird jede beobachtete gerade Aufsteigung eine Bedingungs-Gleichung dieser Form geben:

$$AR - (AR) + da - B(1785 - t)mP - C(\mu A) - D(\nu N) - E\pi = 0,$$

die fünf unbekannte Gröfsen enthält, und wo C, D, E die Coefficienten der Aberration, Nutation und Parallaxe bezeichnen.

Die Nothwendigkeit eines Factors für die eigne Bewegung wird dadurch herbeigeführt, dafs bei der Nähe des Sterns am Pol die Wirkung der eignen Bewegung in AR. nicht für ganz gleichförmig angenommen werden kann, sondern auf einen gröfsten Kreis reducirt werden mufs. Sei nun

für die Epoche t die eigne Bewegung....... $= m$
Declination des Polaris $= \delta$,

und für eine Epoche t' dieselben Gröfsen m' und δ', so ist mit hinreichender Schärfe die eigne Bewegung für t'

$$= m' = m \frac{\cos \delta}{\cos \delta'},$$

und die ganze Wirkung der eignen Bewegung von 1785 $\pm t$

$$= m \cos \delta \left\{ \frac{1}{\cos \delta} + \frac{1}{\cos (\delta \pm d\delta)} + \frac{1}{\cos (\delta \pm 2d\delta)} + \cdots\cdots + \frac{1}{\cos (\delta \pm (t-1)\, d\delta)} \right\}$$

Die Resultate dieser Reductionen und der aus jeder beobachteten geraden Aufsteigung abgeleiteten Bedingungs-Gleichung sind in den nachfolgenden Blättern enthalten:

Beobachtungen

der geraden Aufsteigung des Polarsterns während der Jahre 1750-1816 mit den Bedingungs-Gleichungen, um daraus die Constanten der Aberration und Nutation herzuleiten.

Jahr und Tag der Beobachtung.	Nr.	Beobachtete AR. des Polarsterns.	Anzahl der Beob.	Mittlere AR. des Polarsterns.	Praecession bis 1785.	Mittlere AR. des Polarsterns für 1785 Jan. 1.	Beobachter.
		h ′ ″		h ′ ″	″	h ′ ″	
1750. Sept. 17.	1.	0 43 33.85	2	0 42 56.13	376.42	0 49 12.55	Bradley
» 19.	2.	36.91	2	59.10	376.36	15.46	»
Oct. 14.	3.	36.38	4	57.40	375.67	13.07	»
Nov. 9.	4.	35.05	2	43 1.25	374.96	16.21	»
» 24.	5.	31.23	2	3.11	374.53	17.61	»
» 28.	6.	0 43 27.69	2	0 43 1.26	374.42	0 49 15.68	»
» 30.	7.	26.49	2	0.50	374.40	14.90	»
Dec. 17.	8.	16.78	2	0.66	373.90	14.56	»
» 18.	9.	17.67	2	1.87	373.87	15.74	»
» 21.	10.	15.04	2	0.98	373.80	14.78	»
» 22.	11.	0 43 14.59	2	0 43 0.80	373.77	0 49 14.57	»
» 23.	12.	14.06	2	1.20	373.74	14.94	»
» 30.	13.	10.26	2	1.59	373.55	15.14	»
1751. Jan. 18.	14.	42 56.61	2	42 59.58	373.05	12.63	»
Juni 12.	15.	43 1.19	3	43 3.75	369.01	12.76	»
» 17.	16.	0 43 6.72	2	0 43 6.37	368.80	0 49 15.17	»
» 18.	17.	7.42	2	6.46	368.87	15.23	»
» 19.	18.	7.95	2	6.69	368.74	15.43	»
» 20.	19.	7.44	2	5.89	368.71	14.60	»
Juli 20.	20.	27.42	3	7.95	367.88	15.83	»
» 29.	21.	0 43 30.20	2	0 43 5.62	367.64	0 49 13.26	»
Sept. 13.	22.	51.30	2	9.03	366.37	15.40	»
Oct. 29.	23.	51.93	2	9.57	365.10	14.67	»
Nov. 8.	24.	51.13	2	11.26	364.82	16.08	»
1752. Apr. 21.	25.	42 50.04	2	10.40	360.30	10.70	»
Sept. 30.	26.	0 44 9.81	2	0 43 19.67	355.82	0 49 15.49	»
Oct. 28.	27.	7.47	2	20.73	355.02	15.75	»
Nov. 28.	28.	43 59.25	2	23.76	354.16	17.92	»
» 29.	29.	58.92	2	23.67	354.14	17.81	»
» 30.	30.	56.61	2	21.84	354.11	15.95	»
1753. Sept. 23.	31.	0 44 19.84	2	0 43 26.67	345.75	0 49 12.42	»
Oct. 2.	32.	21.70	6	27.85	345.49	13.34	»
» 6.	33.	22.57	3	28.72	345.38	14.10	»
» 19.	34.	21.19	2	28.90	345.02	13.92	»
» 31.	35.	15.67	3	26.01	344.68	10.69	»
Nov. 16.	36.	0 44 12.46	2	0 43 28.73	344.23	0 49 12.96	»
» 19.	37.	12.07	2	30.56	344.13	13.69	»
» 20.	38.	12.18	2	30.08	344.11	14.19	»
» 29.	39.	9.91	2	31.90	343.86	15.76	»
1754. Nov. 20.	40.	23.73	2	40.91	333.84	14.75	»

Nr.	Bedingungs-Gleichungen.						
1.	+ 4.45″	+ da	− 32.66″ mP	+ 33.79″ μA	+ 4.69″ νN	+ 0.56″ π	= 0
2.	+ 1.54		− 32.64	+ 33.87	+ 4.72	+ 0.53	
3.	+ 3.93		− 32.37	+ 34.59	+ 5.13	− 0.25	
4.	+ 0.79		− 32.51	+ 28.38	+ 5.55	− 1.07	
5.	− 0.64		− 32.47	+ 22.03	+ 5.79	− 1.38	
6.	+ 1.32	+ da	− 32.47 mP	+ 20.04 μA	+ 5.85 νN	− 1.46 π	= 0
7.	+ 2.10		− 32.46	+ 19.54	+ 5.88	− 1.50	
8.	+ 2.44		− 32.38	+ 9.18	+ 6.16	− 1.72	
9.	+ 1.26		− 32.38	+ 8.84	+ 6.17	− 1.73	
10.	+ 2.22		− 32.38	+ 7.02	+ 6.22	− 1.76	
11.	+ 2.43	+ da	− 32.38 mP	+ 6.73 μA	+ 6.24 νN	− 1.76 π	= 0
12.	+ 2.06		− 32.38	+ 5.81	+ 6.24	− 1.77	
13.	+ 1.86		− 32.37	+ 1.47	+ 6.36	− 1.80	
14.	+ 4.37		− 32.34	− 10.24	+ 6.65	− 1.73	
15.	+ 4.24		− 31.95	− 12.15	+ 8.87	+ 1.68	
16.	+ 1.83	+ da	− 31.94 mP	− 9.37 μA	+ 8.94 νN	+ 1.72 π	= 0
17.	+ 1.77		− 31.94	− 8.79	+ 8.96	+ 1.73	
18.	+ 1.57		− 31.94	− 8.51	+ 8.97	+ 1.74	
19.	+ 2.40		− 31.93	− 8.23	+ 8.98	+ 1.74	
20.	+ 1.17		− 31.85	+ 9.41	+ 9.43	+ 1.75	
21.	+ 3.74	+ da	− 31.83 mP	+ 14.60 μA	+ 9.55 νN	+ 1.61 π	= 0
22.	+ 1.60		− 31.71	+ 32.77	+ 10.20	+ 0.71	
23.	+ 2.33		− 31.59	+ 31.95	+ 10.84	− 0.71	
24.	+ 0.92		− 31.56	+ 29.08	+ 10.97	− 0.98	
25.	+ 6.30		− 31.14	− 32.89	+ 13.06	+ 0.62	
26.	+ 1.51	+ da	− 30.68 mP	+ 35.17 μA	+ 14.81 νN	+ 0.16 π	= 0
27.	+ 1.25		− 30.62	+ 32.11	+ 15.08	− 0.71	
28.	− 0.92		− 30.61	+ 19.67	+ 15.37	− 1.48	
29.	− 0.81		− 30.58	+ 19.41	+ 15.38	− 1.49	
30.	+ 1.05		− 30.57	+ 18.90	+ 15.39	− 1.50	
31.	+ 4.58	+ da	− 29.86 mP	+ 34.76 μA	+ 17.59 νN	+ 0·38 π	= 0
32.	+ 3.66		− 29.84	+ 35.38	+ 17.64	+ 0·08	
33.	+ 2.90		− 29.83	+ 35.38	+ 17.65	− 0·06	
34.	+ 3.08		− 29.79	+ 34.16	+ 17.71	− 0·44	
35.	+ 6.31		− 29.76	+ 31.53	+ 17.76	− 0·80	
36.	+ 4.04	+ da	− 29.74 mP	+ 25.81 μA	+ 17.83 νN	− 1.21 π	= 0
37.	+ 3.31		− 29.72	+ 24.50	+ 17.84	− 1.28	
38.	+ 2.81		− 29.72	+ 24.05	+ 17.85	− 1.30	
39.	+ 1.24		− 29.69	+ 19.66	+ 17.88	− 1.45	
40.	+ 2.25		− 28.84	+ 24.32	+ 18.31	− 1.30	

Jahr und Tag der Beobachtung.	Nr.	Beobachtete AR. des Polarsterns.	Anzahl der Beob.	Mittlere AR. des Polarsterns.	Praecession bis 1785.	Mittlere AR. des Polarsterns für 1785 Jan. 1.	Beobachter.
1754. Nov. 21.	41.	0h 44′ 22″.32	2	0h 43′ 39″.97	333″.81	0h 49′ 13″.78	Bradley
» 24.	42.	23.03	2	42.06	333.73	15.79	»
» 26.	43.	21.57	6	41.25	333.68	14.93	»
» 28.	44.	21.30	7	42.17	333.62	15.79	»
» 29.	45.	21.39	7	42.78	333.59	16.37	»
» 30.	46.	0 44 20.41	4	0 43 42.18	333.56	0 49 15.74	»
Dec. 3.	47.	18.17	6	41.60	333.47	15.07	»
» 10.	48.	14.88	2	42.12	333.27	15.39	»
1755. Nov. 25.	49.	31.25	5	52.26	323.37	15.63	»
Dec. 2.	50.	28.23	2	52.81	323.17	15.98	»
» 3.	51.	0 44 26.51	2	0 43 51.58	323.14	0 49 14.72	»
» 4.	52.	26.08	2	51.52	323.12	14.64	»
» 5.	53.	27.62	4	53.70	323.09	16.79	»
» 10.	54.	23.99	9	53.37	322.95	16.32	»
» 21.	55.	15.46	2	50.78	322.64	13.42	»
» 22.	56.	0 44 14.06	2	0 43 49.69	322.62	0 49 14.31	»
» 23.	57.	15.96	2	52.70	322.59	15.29	»
1756. Nov. 8.	58.	45.86	3	44 3.72	313.42	17.14	»
» 9.	59.	45.00	3	3.04	313.40	16.44	»
» 10.	60.	45.17	3	3.57	313.37	16.94	»
» 11.	61.	0 44 43.45	4	0 44 2.21	313.34	0 49 15.55	»
» 12.	62.	43.81	4	2.76	313.32	16.08	»
» 18.	63.	43.43	2	5.19	313.14	18.33	»
» 19.	64.	40.49	2	2.46	313.12	15.58	»
» 21.	65.	39.21	2	1.84	313.08	14.92	»
» 27.	66.	0 44 38.78	3	0 44 4.51	312.92	0 49 17.43	»
» 28.	67.	37.88	2	4.10	312.88	16.98	»
Dec. 16.	68.	27.97	2	4.29	312.38	16.67	»
» 19.	69.	25.70	2	3.87	312.22	16.29	»
» 23.	70.	22.78	2	3.46	312.18	15.64	»
1757. Nov. 12.	71.	0 44 48.60	2	0 44 12.59	302.87	0 49 15.46	»
» 14.	72.	48.63	2	13.39	302.80	16.19	»
» 16.	73.	47.68	2	13.24	302.74	15.98	»
» 17.	74.	48.40	2	14.39	302.72	17.11	»
» 20.	75.	45.00	2	12.33	302.62	13.95	»
» 23.	76.	0 44 45.26	2	0 44 13.89	302.54	0 49 16.23	»
» 24.	77.	44.57	2	12.64	302.52	15.16	»
» 25.	78.	44.44	2	12.84	302.51	13.35	»
Dec. 8.	79.	35.11	2	11.36	302.15	13.51	»
1758. Jan. 7.	80.	18.04	2	13.46	301.31	14.77	»

Nr.	Bedingungs-Gleichungen.						
41.	+ 3″.22	+ da	− 28″.83 mP	+ 23″.82 μA	+ 18″.31 νN	− 1″.32 π	= 0
42.	+ 1.21		− 28.82	+ 22.36	+ 18.30	− 1.38	
43.	+ 2.07		− 28.82	+ 21.66	+ 18.30	− 1.42	
44.	+ 1.21		− 28.81	+ 20.41	+ 18.30	− 1.46	
45.	+ 0.63		− 28.81	+ 19.89	+ 18.29	− 1.48	
46.	+ 1.26	+ da	− 28.81 mP	+ 19.58 μA	+ 18.29 νN	− 1.49 π	= 0
47.	+ 1.93		− 28.80	+ 17.74	+ 18.29	− 1.55	
48.	+ 1.61		− 28.78	+ 13.81	+ 18.27	− 1.65	
49.	+ 1.37		− 27.91	+ 22.06	+ 16.67	− 1.43	
50.	+ 1.02		− 27.89	+ 18.29	+ 16.61	− 1.53	
51.	+ 2.28	+ da	− 27.89 mP	+ 17.79 μA	+ 16.60 νN	− 1.55 π	= 0
52.	+ 2.36		− 27.89	+ 17.41	+ 16.60	− 1.57	
53.	+ 0.21		− 27.88	+ 16.76	+ 16.59	− 1.58	
54.	+ 0.68		− 27.87	+ 13.40	+ 16.55	− 1.62	
55.	+ 3.58		− 27.84	+ 7.40	+ 16.47	− 1.76	
56.	+ 2.69	+ da	− 27.84 mP	+ 7.09 μA	+ 16.46 νN	− 1.77 π	= 0
57.	+ 1.71		− 27.84	+ 5.98	+ 16.45	− 1.78	
58.	− 0.14		− 27.01	+ 28.92	+ 13.35	− 1.03	
59.	+ 0.56		− 27.01	+ 28.74	+ 13.34	− 1.05	
60.	+ 0.06		− 27.01	+ 28.36	+ 13.33	− 1.06	
61.	+ 1.45	+ da	− 27.00 mP	+ 27.98 μA	+ 13.32 νN	− 1.09 π	= 0
62.	+ 0.92		− 27.00	+ 27.78	+ 13.31	− 1.11	
63.	− 1.33		− 26.99	+ 24.84	+ 13.24	− 1.27	
64.	+ 1.42		− 26.99	+ 24.61	+ 13.23	− 1.30	
65.	+ 2.08		− 26.99	+ 23.94	+ 13.21	− 1.32	
66.	− 0.43	+ da	− 26.98 mP	+ 20.73 μA	+ 13.13 νN	− 1.43 π	= 0
67,	+ 0.02		− 26.98	+ 20.22	+ 13.12	− 1.46	
68.	+ 0.33		− 26.88	+ 10.01	+ 12.90	− 1.71	
69.	+ 0.71		− 26.88	+ 8.17	+ 12.86	− 1.75	
70.	+ 1.36		− 26.87	+ 5.68	+ 12.81	− 1.78	
71.	+ 1.54	+ da	− 26.04 mP	+ 27.77 μA	+ 8.28 νN	− 1.11 π	= 0
72.	+ 0.81		− 26.04	+ 26.96	+ 8.25	− 1.16	
73.	+ 1.02		− 26.03	+ 26.12	+ 8.23	− 1.21	
74.	− 0.11		− 26.03	+ 25.68	+ 8.21	− 1.23	
75.	+ 2.05		− 26.03	+ 24.34	+ 8.17	− 1.30	
76.	+ 0.77	+ da	− 26.02 mP	+ 22.95 μA	+ 8.13 νN	− 1.39 π	= 0
77.	+ 1.84		− 26.02	+ 22.45	+ 8.07	− 1.45	
78.	+ 1.65		− 26.02	+ 22.21	+ 8.06	− 1.46	
79.	+ 3.49		− 26.01	+ 15.22	+ 7.89	− 1.61	
80.	+ 2.23		− 25.98	− 3.62	+ 7.44	− 1.80	

Jahr und Tag der Beobachtung.	Nr.	Beobachtete AR. des Polarsterns.	Anzahl der Beob.	Mittlere AR. des Polarsterns.	Praecession bis 1785.	Mittlere AR. des Polarsterns für 1785 Jan. 1.	Beobachter.
		h ′ ″		h ′ ″	″	h ′ ″	
1758. Jan. 8.	81.	0 44 19.29	2	0 44 15.06	301.30	0 49 16.38	Bradley
» 11.	82.	14.26	2	12.63	301.20	13.83	»
» 12.	83.	16.46	2	15.16	301.16	16.32	»
» 13.	84.	16.87	2	16.20	301.15	17.36	»
» 16.	85.	13.49	2	14.81	301.07	15.88	»
März 29.	86.	0 43 46.61	2	0 44 16.13	298.97	0 49 15.10	»
» 30.	87.	45.43	2	15.98	298.94	14.92	»
» 31.	88.	46.46	2	17.08	298.92	16.00	»
Mai 2.	89.	50.99	2	18.55	298.01	16.56	»
» 5.	90.	50.95	2	15.34	297.92	13.26	»
» 10.	91.	0 43 51.38	2	0 44 13.92	297.78	0 49 11.70	»
» 12.	92.	53.87	2	15.17	297.73	12.90	»
Nov. 13.	93.	52.48	2	22.42	292.47	14.89	»
» 15.	94.	53.24	2	23.97	292.41	16.38	»
» 21.	95.	52.07	2	25.83	292.21	18.04	»
» 22.	96.	0 43 51.43	2	0 44 25.43	292.19	0 49 17.62	»
» 24.	97.	50.35	2	25.29	292.14	17.43	»
» 25.	98.	39.80	2	25.20	292.12	17.32	»
1759. Mai 16.	99.	44 2.53	2	29.22	287.11	16.33	»
» 17.	100.	2.78	2	29.24	287.09	16.33	»
» 19.	101.	0 44 1.30	2	0 44 26.70	287.03	0 49 13.74	»
Juni 14.	102.	16.70	2	28.77	286.35	15.12	»
» 18.	103.	20.51	2	29.99	286.19	16.18	»
Dec. 15.	104.	42.38	2	34.54	281.06	15.60	»
» 17.	105.	40.75	2	34.48	281.00	15.48	»
1760. Mai 11.	106.	0 44 3.27	2	0 44 37.89	276.65	0 49 14.44	»
» 12.	107.	3.25	2	37.57	276.63	14.20	»
» 31.	108.	17.70	2	43.06	276.08	19.14	»
1762. Dec. 25.	109.	57.68	2	45 9.36	248.81	18.17	Bliss
» 26.	110.	56.92	2	9.25	248.77	18.02	»
1763. Jan. 14.	111.	0 44 43.89	2	0 45 9.44	248.22	0 49 17.65	»
» 15.	112.	42.71	2	8.84	248.17	17.01	»
» 16.	113.	42.20	2	9.05	248.14	17.19	»
Mai 28.	114.	34.06	2	13.66	244.28	17.94	»
» 29.	115.	33.24	2	12.30	244.24	16.54	»
» 30.	116.	0 44 34.00	2	0 45 12.51	244.21	0 49 16.72	»
Juni 1.	117.	33.93	2	11.33	244.16	15.49	»
» 2.	118.	33.30	2	11.16	244.13	15.29	»
1764. Jan. 14.	119.	52.83	2	18.25	237.47	15.72	»
» 15.	120.	52.57	2	18.64	237.44	16.08	»

Nr.	Bedingungs-Gleichungen.						
81.	+ 0″.62	+ *da*	− 25″.98 *mP*	− 3″.93 *μA*	+ 7″.43 *νN*	− 1″.79 *π*	= 0
82.	+ 3.17		− 25.98	− 5.82	+ 7.38	− 1.78	
83.	+ 0.68		− 25.97	− 6.77	+ 7.36	− 1.78	
84.	− 0.36		− 25.97	− 7.38	+ 7.35	− 1.78	
85.	+ 1.12		− 25.97	− 9.26	+ 7.30	− 1.75	
86.	+ 1.90	+ *da*	− 25.77 *mP*	− 35.80 *μA*	+ 6.12 *νN*	− 0.13 *π*	= 0
87.	+ 2.80		− 25.77	− 35.83	+ 6.11	− 0.10	
88.	+ 1.00		− 25.77	− 35.84	+ 6.09	− 0.06	
89.	+ 0.44		− 25.67	− 30.86	+ 5.58	+ 0.87	
90.	+ 3.74		− 25.67	− 29.73	+ 5.52	+ 0.98	
91.	+ 5.30	+ *da*	− 25.65 *mP*	− 27.95 *μA*	+ 5.44 *νN*	+ 1.11 *π*	= 0
92.	+ 4.10		− 25.66	− 27.15	+ 5.42	+ 1.16	
93.	+ 2.11		− 25.16	+ 27.76	+ 2.32	− 1.11	
94.	+ 0.62		− 25.16	+ 26.95	+ 2.28	− 1.16	
95.	− 1.04		− 25.13	+ 23.83	+ 2.16	− 1.32	
96.	− 0.62	+ *da*	− 25.13 *mP*	+ 23.59 *μA*	+ 2.15 *νN*	− 1.32 *π*	= 0
97.	− 0.43		− 25.13	+ 22.63	+ 2.12	− 1.44	
98.	− 0.32		− 25.13	+ 22.15	+ 2.11	− 1.46	
99.	+ 0.67		− 24.68	− 25.95	− 0.84	+ 1.32	
100.	+ 0.67		− 24.68	− 25.74	− 0.85	+ 1.26	
101.	+ 3.26	+ *da*	− 24.68 *mP*	− 24.68 *μA*	− 0.91 *νN*	+ 1.30 *π*	= 0
102.	+ 1.88		− 24.60	− 11.46	− 1.36	+ 1.70	
103.	+ 0.82		− 24.60	− 8.86	− 4.42	+ 1.75	
104.	+ 1.40		− 24.17	+ 11.58	− 4.50	− 1.70	
105.	+ 1.52		− 24.17	+ 10.01	− 4.52	− 1.72	
106.	+ 2.56	+ *da*	− 23.80 *mP*	− 27.58 *μA*	− 6.94 *νN*	+ 1.16 *π*	= 0
107.	+ 2.80		− 23.80	− 27.38	− 6.96	+ 1.16	
108.	− 2.24		− 23.74	− 18.68	− 7.26	+ 1.53	
109.	− 1.17		− 21.33	+ 5.40	− 17.93	− 1.78	
110.	− 1.05		− 21.32	+ 4.77	− 17.94	− 1.78	
111.	− 0.65	+ *da*	− 21.27 *mP*	− 7.52 *μA*	− 18.68 *νN*	− 1.76 *π*	= 0
112.	− 0.01		− 21.27	− 8.14	− 18.68	− 1.76	
113.	− 0.19		− 21.17	− 8.82	− 18.69	− 1.75	
114.	− 0.94		− 21.17	− 21.19	− 18.83	+ 1.46	
115.	+ 0.46		− 21.92	− 20.67	− 18.83	+ 1.48	
116.	+ 0.28	+ *da*	− 20.92 *mP*	− 20.15 *μA*	− 18.83 *νN*	+ 1.50 *π*	= 0
117.	+ 1.51		− 20.91	− 19.08	− 18.84	+ 1.54	
118.	+ 1.71		− 20.91	− 18.54	− 18.84	+ 1.55	
119.	+ 1.28		− 20.33	− 7.35	− 18.78	− 1.78	
120.	+ 0.92		− 20.33	− 7.98	− 18.78	− 1.76	

Jahr und Tag der Beobachtung	Nr.	Beobachtete AR. des Polarsterns.	Anzahl der Beob.	Mittlere AR. des Polarsterns.	Praecession für 1785.	Mittlere AR. des Polarsterns für 1785 Jan. 1.	Beobachter.
		h ′ ″		h ′ ″		h ′ ″	
1765. Mai 17.	121.	0 44 51.23	6	0 45 33.55	223.04	0 49 16.59	Maskelyne
» 18.	122.	51.23	4	34.08	223.01	17.09	»
Juni 22.	123.	45 12.44	6	34.42	221.98	16.40	»
» 23.	124.	14.04	2	35.39	221.94	17.33	»
Juli 10.	125.	25.42	6	36.61	221.44	18.05	»
» 11.	126.	0 45 26.53	3	0 45 36.85	221.41	0 49 18.26	»
» 12.	127.	25.07	8	35.05	221.38	16.43	»
» 13.	128.	25.95	3	35.65	221.36	17.01	»
» 14.	129.	27.87	8	36.68	221.31	18.00	»
» 16.	130.	27.81	7	35.17	221.26	16.43	»
» 17.	131.	0 45 28.91	8	0 45 35.96	221.24	0 49 17.20	»
» 18.	132.	29.34	5	35.81	221.20	17.01	»
» 19.	133.	29.52	3	35.66	221.16	16.82	»
» 20.	134.	31.72	3	36.77	221.11	17.88	»
» 21.	135.	31.57	3	36.31	221.09	17.40	»
» 22.	136.	0 45 31.64	3	0 45 35.59	221.06	0 49 16.65	»
» 28.	137.	35.87	4	36.93	220.91	17.84	»
» 30.	138.	36.28	2	36.05	220.85	16.90	»
» 31.	139.	36.32	5	35.81	220.82	16.63	»
1768. Juni 21.	140.	46 0.91	6	46 6.38	189.32	15.70	»
» 30.	141.	0 46 4.66	8	0 46 5.96	189.04	0 49 15.00	»
Juli 1.	142.	5.36	8	6.41	189.01	15.42	»
Nov. 1.	143.	43.84	5	9.57	185.28	14.85	»
» 5.	144.	44.43	3	11.25	185.16	16.41	»
» 6.	145.	44.45	6	11.42	185.13	16.55	»
» 7.	146.	0 46 44.20	6	0 46 11.63	185.10	0 49 16.73	»
» 8.	147.	45.79	6	13.55	185.07	18.62	»
» 9.	148.	44.40	3	12.31	185.03	17.34	»
» 11.	149.	42.19	6	10.79	184.98	15.77	»
» 18.	150.	42.26	2	13.55	184.77	18.32	»
» 24.	151.	0 46 39.63	2	0 46 13.41	184.59	0 49 18.00	»
» 25.	152.	36.68	2	11.13	184.56	15.69	»
» 26.	153.	37.17	2	11.85	184.53	16.38	»
1769. Mai 1.	154.	45 49.57	2	16.91	179.80	16.71	»
» 27.	155.	46 0.16	2	15.92	179.01	14.93	»
» 28.	156.	0 46 0.00	2	0 46 15.59	178.98	0 49 14.57	»
1770. Jan. 23.	157.	19.57	2	23.11	171.75	14.86	»
1774. März 28.	158.	49.30	2	47 9.33	127.24	16.57	»
Aug. 2.	159.	47 51.93	2	11.94	123.51	15.45	»
1777. Juni 5.	160.	34.95	6	49.06	88.66	17.72	»

Nr.	Bedingungs-Gleichungen.						
121.	+ 0.41″	+ da	− 19.08″ mP	− 25.90″ μA	− 16.56″ νN	+ 1.25″ π	= 0
122.	− 0.09		− 19.08	− 25.46	− 16.55	+ 1.30	
123.	+ 0.60		− 18.99	− 6.58	− 16.25	+ 1.77	
124.	− 0.03		− 18.98	− 5.97	− 16.24	+ 1.77	
125.	− 1.05		− 18.94	+ 4.08	− 16.08	+ 1.80	
126.	− 1.26	+ da	− 18.93 mP	+ 4.96 μA	− 16.07 νN	+ 1.78 π	= 0
127.	+ 0.57		− 18.93	+ 5.30	− 16.06	+ 1.78	
128.	− 0.01		− 18.93	+ 5.58	− 16.05	+ 1.77	
129.	− 1.00		− 18.93	+ 6.48	− 16.04	+ 1.77	
130.	+ 0.57		− 18.92	+ 7.96	− 16.03	+ 1.76	
131.	− 0.20	+ da	− 18.92 mP	+ 8.27 μA	− 16.02 νN	+ 1.75 π	= 0
132.	− 0.01		− 18.91	+ 8.86	− 16.01	+ 1.75	
133.	+ 0.18		− 18.91	+ 9.19	− 16.00	+ 1.73	
134.	− 0.88		− 18.91	+ 10.29	− 15.99	+ 1.73	
135.	− 0.40		− 18.91	+ 10.59	− 15.98	+ 1.72	
136.	+ 0.35	+ da	− 18.90 mP	+ 11.47 μA	− 15.97 νN	+ 1.65 π	= 0
137.	− 0.84		− 18.88	+ 14.39	− 15.91	+ 1.63	
138.	+ 0.10		− 18.88	+ 15.70	− 15.89	+ 1.62	
139.	+ 0.37		− 18.88	+ 16.01	− 15.88	+ 1.76	
140.	+ 1.30		− 16.14	− 5.93	− 0.38	+ 1.76	
141.	+ 2.00	+ da	− 16.11 mP	− 1.96 μA	− 0.22 νN	+ 1.80 π	= 0
142.	+ 1.58		− 16.11	− 1.71	− 0.20	+ 1.81	
143.	+ 2.15		− 15.77	+ 32.67	+ 1.97	− 0.83	
144.	+ 0.59		− 15.76	+ 31.38	+ 2.04	− 0.96	
145.	+ 0.45		− 15.76	+ 31.20	+ 2.06	− 0.96	
146.	+ 0.27	+ da	− 15.76 mP	+ 30.68 μA	+ 2.07 νN	− 1.07 π	= 0
147.	− 1.62		− 15.76	+ 30.31	+ 2.09	− 1.02	
148.	− 0.34		− 15.75	+ 30.12	+ 2.11	− 1.06	
149.	+ 1.23		− 15.75	+ 29.36	+ 2.14	− 1.12	
150.	− 1.32		− 15.75	+ 26.19	+ 2.27	− 1.27	
151.	− 1.00	+ da	− 15.73 mP	+ 23.57 μA	+ 2.36 νN	− 1.43 π	= 0
152.	+ 1.31		− 15.73	+ 22.81	+ 2.39	− 1.45	
153.	+ 0.62		− 15.73	+ 22.55	+ 2.40	− 1.45	
154.	+ 0.29		− 15.31	− 32.15	+ 5.11	+ 0.63	
155.	+ 2.67		− 15.24	− 21.51	+ 5.23	+ 1.46	
156.	+ 2.43	+ da	− 15.23 mP	− 21.27 μA	+ 5.25 νN	+ 1.48 π	= 0
157.	+ 2.14		− 14.62	− 13.53	+ 9.47	− 1.69	
158.	+ 0.43		− 10.59	− 37.32	+ 18.16	+ 0.15	
159.	+ 1.55		− 10.25	+ 17.40	+ 17.24	+ 1.60	
160.	− 0.72		− 7.47	− 17.36	+ 2.60	+ 1.61	

Jahr und Tag der Beobachtung.	Nr.	Beobachtete AR. des Polarsterns.	Anzahl der Beob.	Mittlere AR. des Polarsterns.	Praecession für 1785.	Mittlere AR. des Polarsterns für 1785 Jan. 1.	Beobachter.
		h ′ ″		h ′ ″	″	h ′ ″	
1777. Juni 7.	161.	0 47 36.26	3	0 47 49.40	88.60	0 49 18.00	Maskelyne
Nov. 13.	162.	48 25.16	6	45.45	83.57	19.02	»
1778. Oct. 31.	163.	31.85	4	48 5.42	72.44	17.86	»
1780. Mai 27.	164.	47 47.43	6	24.39	54.23	18.62	»
» 28.	165.	47.48	4	24.19	54.19	18.38	»
1781. Oct. 19.	166.	0 48 58.79	2	0 48 41.45	37.89	0 49 19.34	»
» 20.	167.	60.55	2	43.33	37.85	21.18	»
» 21.	168.	59.37	2	42.36	37.81	20.17	»
» 22.	169.	59.81	2	42.88	37.77	20.65	»
» 30.	170.	59.10	2	44.03	37.53	21.56	»
» 31.	171.	0 48 56.77	2	0 48 42.04	37.50	0 49 19.54	»
Nov. 1.	172.	56.05	2	41.66	37.46	19.12	»
» 3.	173.	57.23	2	43.42	37.39	20.81	»
» 4.	174.	57.16	2	43.50	37.37	20.87	»
» 8.	175.	55.64	2	43.44	37.24	20.68	»
» 14.	176.	0 48 53.02	2	0 48 43.07	37.06	0 49 20.13	»
» 15.	177.	53.95	2	44.21	37.03	21.24	»
» 16.	178.	52.88	2	43.56	36.99	20.55	»
» 17.	179.	52.88	2	44.19	36.96	21.15	»
» 18.	180.	52.08	2	43.60	36.93	20.53	»
» 26.	181.	0 48 48.57	2	0 48 43.84	36.66	0 49 20.50	»
Dec. 20.	182.	33.46	2	43.11	35.89	19.00	»
» 24.	183.	31.74	2	44.04	35.76	19.80	»
» 28.	184.	30.12	2	45.10	35.63	20.73	»
1782. Jan. 3.	185.	23.81	2	42.84	35.44	18.28	»
» 30.	186.	0 48 5.65	2	0 48 43.21	34.55	0 49 17.76	»
Febr. 28.	187.	47 52.47	2	44.93	33.63	18.56	»
Apr. 20.	188.	48.64	2	44.53	31.96	16.49	»
» 21.	189.	48.84	2	44.59	31.93	16.52	»
» 22.	190.	49.10	2	45.79	31.89	17.68	»
» 30.	191.	0 47 50.87	2	0 48 46.26	31.67	0 49 17.93	»
Mai 7.	192.	55.15	2	46.88	31.44	18.32	»
Juni 17.	193.	48 19.20	2	49.13	30.15	19.28	»
» 22.	194.	24.17	2	51.00	29.96	20.96	»
Nov. 6.	195.	49 7.97	2	55.09	25.53	20.65	»
» 13.	196.	0 49 6.30	2	0 48 57.87	25.31	0 49 21.18	»
Dec. 28.	197.	48 38.89	2	53.68	23.85	17.53	»
1783. Jan. 22.	198.	27.12	2	58.75	23.05	21.80	»
» 23.	199.	25.18	2	58.65	23.02	21.67	»
Apr. 16.	200.	47 59.60	2	56.76	20.29	17.05	»

Nr.	Bedingungs-Gleichungen.						
161.	− 1.00″	+ *da*	− 7.47″ *mP*	− 16.40″ *μA*	+ 2.58″ *νN*	+ 1.63″ *π*	= 0
162.	− 2.02		− 7.03	+ 29.09	− 0.31	− 1.14	
163.	− 0.86		− 6.10	+ 33.91	− 7.09	− 0.80	
164.	− 1.62		− 4.56	− 22.34	− 15.06	+ 1.46	
165.	− 1.38		− 4.54	− 22.09	− 15.07	+ 1.48	
166.	− 2.34	+ *da*	− 3.18 *mP*	+ 37.18 *μA*	− 19.14 *νN*	− 0.44 *π*	= 0
167.	− 4.18		− 3.18	+ 37.05	− 19.15	− 0.47	
168.	− 3.17		− 3.17	+ 36.83	− 19.16	− 0.50	
169.	− 3.65		− 3.17	+ 36.74	− 19.16	− 0.53	
170.	− 4.56		− 3.15	+ 34.68	− 19.19	− 0.77	
171.	− 2.54	+ *da*	− 3.15 *mP*	+ 34.39 *μA*	− 19.27 *νN*	− 0.80 *π*	= 0
172.	− 2.12		− 3.14	+ 34.16	− 19.39	− 0.82	
173.	− 3.81		− 3.14	+ 33.52	− 19.39	− 0.88	
174.	− 3.87		− 3.14	+ 33.37	− 19.40	− 0.90	
175.	− 3.68		− 3.12	+ 31.78	− 19.41	− 1.07	
176.	− 3.13	+ *da*	− 3.11 *mP*	+ 29.36 *μA*	− 19.43 *νN*	− 1.16 *π*	= 0
177.	− 4.24		− 3.11	+ 29.15	− 19.44	− 1.18	
178.	− 3.55		− 3.11	+ 28.71	− 19.44	− 1.24	
179.	− 4.15		− 3.10	+ 28.03	− 19.45	− 1.24	
180.	− 3.53		− 3.10	+ 27.80	− 19.45	− 1.26	
181.	− 3.50	+ *da*	− 3.07 *mP*	+ 23.84 *μA*	− 19.48 *νN*	− 1.42 *π*	= 0
182.	− 2.00		− 3.00	+ 9.05	− 19.56	− 1.76	
183.	− 2.80		− 2.99	+ 6.38	− 19.57	− 1.77	
184.	− 3.73		− 2.98	+ 3.70	− 19.58	− 1.80	
185.	− 1.28		− 2.97	− 0.06	− 19.60	− 1.81	
186.	− 0.76	+ *da*	− 2.90 *mP*	− 18.23 *μA*	− 19.67 *νN*	− 1.60 *π*	= 0
187.	− 1.56		− 2.84	− 32.19	− 19.74	− 0.96	
188.	+ 0.51		− 2.70	− 36.43	− 19.86	+ 0.56	
189.	+ 0.48		− 2.69	− 36.31	− 19.86	+ 0.59	
190.	− 0.68		− 2.69	− 36.26	− 19.86	+ 0.62	
191.	− 0.93	+ *da*	− 2.67 *mP*	− 34.16 *μA*	− 19.87 *νN*	+ 0.85 *π*	= 0
192.	− 1.32		− 2.65	− 31.70	− 19.87	+ 1.03	
193.	− 2.28		− 2.54	− 10.88	− 19.89	+ 1.73	
194.	− 3.96		− 2.53	− 7.82	− 19.89	+ 1.77	
195.	− 3.65		− 2.15	+ 32.86	− 19.73	− 0.96	
196.	− 4.18	+ *da*	− 2.13 *mP*	+ 30.18 *μA*	− 19.72 *νN*	− 1.14 *π*	= 0
197.	− 0.53		− 2.00	+ 3.89	− 19.58	− 1.80	
198.	− 4.80		− 1.94	− 12.72	− 19.49	− 1.70	
199.	− 4.67		− 1.94	− 13.53	− 19.49	− 1.69	
200.	− 0.05		− 1.71	− 37.35	− 19.12	+ 0.44	

Jahr und Tag der Beobachtung.	Nr.	Beobachtete AR. des Polarsterns.	Anzahl der Beob.	Mittlere AR. des Polarsterns.	Praecession für 1785.	Mittlere AR. des Polarsterns für 1785 Jan. 1.	Beobachter.
		h ′ ″		h ′ ″	″	h ′ ″	
1783. Apr. 17.	201.	0 47 59.70	2	0 48 56.72	20.25	0 49 16.97	Maskelyne
» 18.	202.	59.33	2	56.25	20.22	16.57	»
» 28.	203.	48 3.23	2	57.58	19.93	17.51	»
Mai 5.	204.	5.31	2	57.14	19.68	16.82	»
» 9.	205.	6.69	2	57.13	19.58	16.71	»
» 15.	206.	0 48 9.28	2	0 48 57.12	19.38	0 49 16.50	»
» 21.	207.	15.08	2	49 0.12	19.19	19.31	»
» 31.	208.	21.79	2	1.06	18.85	19.91	»
Juni 4.	209.	23.67	2	0.48	18.72	19.20	»
» 5.	210.	24.42	2	0.93	18.68	19.61	»
Oct. 3.	211.	0 49 23.31	2	0 49 3.83	14.79	0 49 18.62	»
» 9.	212.	24.60	2	5.03	14.58	19.61	»
1784. Mai 3.	213.	48 19.45	2	8.86	7.90	17.76	»
Juni 4.	214.	41.09	2	14.53	6.54	21.07	»
» 5.	215.	40.04	2	13.19	6.41	19.70	»
Nov. 8.	216.	0 49 35.67	2	0 49 17.43	+ 1.74	0 49 19.17	»
» 27.	217.	29.92	2	19.85	+ 1.09	20.94	»
1786. Apr. 2.	218.	48 47.82	3	32.54	— 15.01	17.52	»
Mai 1.	219.	52.51	2	32.21	15.97	16.24	»
» 25.	220.	49 6.22	2	34.87	16.75	18.12	»
» 26.	221.	0 49 7.69	3	0 49 35.74	16.78	0 49 18.96	»
Sept. 9.	222.	50 8.15	2	35.43	20.29	15.14	»
Oct. 21.	223.	12.88	2	37.40	21.75	15.65	»
1787. Apr. 12.	224.	49 5.78	2	43.35	27.37	16.48	»
Mai 5.	225.	13.65	2	45.42	28.13	17.29	»
» 6.	226.	0 49 13.68	2	0 49 44.96	28.17	0 49 16.79	»
» 7.	227.	14.32	2	45.23	28.20	17.03	»
» 8.	228.	14.09	2	44.39	28.23	16.16	»
» 13.	229.	15.82	3	44.36	28.39	15.97	»
» 15.	230.	16.47	2	44.20	28.47	15.73	»
» 16.	231.	0 49 15.73	2	0 49 42.53	28.50	0 49 14.03	»
Juni 6.	232.	30.01	2	44.75	29.21	15.54	»
» 7.	233.	30.23	2	44.90	29.24	15.66	»
» 8.	234.	29.79	2	43.52	29.27	14.25	»
» 9.	235.	32.69	2	45.97	29.30	16.67	»
» 10.	236.	0 49 32.99	2	0 49 45.95	29.33	0 49 16.62	»
» 15.	237.	36.68	2	46.47	29.49	16.98	»
Aug. 21.	238.	18.70	2	47.12	31.71	15.42	»
1788. Juni 16.	239.	55.32	6	57.52	41.67	15.85	»
Aug. 4.	240.	50 28.48	6	59.54	43.28	16.26	»

Nr.	Bedingungs-Gleichungen.										
201.	+ 0″.03	+ da	− 1″.70	mP	− 37″.22	μA	− 19″.12	νN	+ 0″.47	π	= 0
202.	+ 0.43		− 1.70		− 37.13		− 19.12		+ 0.50		
203.	− 0.51		− 1.67		− 34.84		− 19.07		+ 0.80		
204.	+ 0.18		− 1.65		− 32.58		− 19.03		+ 0.98		
205.	+ 0.29		− 1.65		− 31.32		− 19.01		+ 1.06		
206.	+ 0.50	+ da	− 1.63	mP	− 28.93	μA	− 18.98	νN	+ 1.21	π	= 0
207.	− 2.31		− 1.61		− 26.24		− 18.95		+ 1.34		
208.	− 2.91		− 1.58		− 20.91		− 18.89		+ 1.55		
209.	− 2.20		− 1.57		− 18.57		− 18.87		+ 1.58		
210.	− 2.61		− 1.24		− 18.29		− 18.86		+ 1.60		
211.	− 1.62	+ da	− 1.22	mP	+ 38.45	μA	− 18.07	νN	+ 0.06	π	= 0
212.	− 2.61		− 0.66		+ 38.45		− 18.02		− 0.13		
213.	− 0.76		− 0.57		− 33.12		− 16.04		+ 0.96		
214.	− 4.07		− 0.57		− 18.38		− 15.70		+ 1.60		
215.	− 2.70		− 0.56		− 18.11		− 15.69		+ 1.61		
216.	− 2.17	+ da	− 0.17	mP	+ 32.22	μA	− 13.81	νN	− 1.01	π	= 0
217.	− 3.94		− 0.10		+ 23.20		− 13.55		− 1.45		
218.	− 0.52		+ 1.23		− 38.82		− 5.71		+ 0.02		
219.	+ 0.76		+ 1.34		− 34.16		− 5.22		+ 0.87		
220.	− 0.12		+ 1.40		− 24.21		− 4.82		+ 1.12		
221.	− 1.96	+ da	+ 1.41	mP	− 23.70	μA	− 4.81	νN	+ 1.45	π	= 0
222.	+ 1.86		+ 1.69		+ 31.98		− 2.95		+ 0.80		
223.	+ 1.35		+ 1.81		+ 36.99		− 2.12		− 0.59		
224.	+ 1.52		+ 2.28		− 38.42		+ 1.13		+ 0.33		
225.	− 0.29		+ 2.34		− 33.10		+ 1.56		+ 0.98		
226.	+ 0.21	+ da	+ 2.35	mP	− 32.66	μA	+ 1.57	νN	+ 1.01	π	= 0
227.	− 0.03		+ 2.35		− 32.35		+ 1.59		+ 1.02		
228.	+ 0.84		+ 2.36		− 31.80		+ 1.61		+ 1.03		
229.	+ 1.03		+ 2.37		− 30.23		+ 1.69		+ 1.17		
230.	+ 1.27		+ 2.37		− 29.39		+ 1.73		+ 1.21		
231.	+ 2.97	+ da	+ 2.38	mP	− 28.66	μA	+ 1.75	νN	+ 1.23	π	= 0
232.	+ 1.46		+ 2.43		− 17.52		+ 2.12		+ 1.61		
233.	+ 1.34		+ 2.43		− 17.49		+ 2.14		+ 1.62		
234.	+ 2.75		+ 2.44		− 16.60		+ 2.16		+ 1.63		
235.	+ 0.33		+ 2.44		− 16.17		+ 2.17		+ 1.65		
236.	+ 0.38	+ da	+ 2.44	mP	− 15.88	μA	+ 2.19	νN	+ 1.66	π	= 0
237.	+ 0.02		+ 2.46		− 12.87		+ 2.28		+ 1.72		
238.	+ 1.58		+ 2.64		+ 28.31		+ 3.47		+ 1.31		
239.	+ 1.15		+ 3.49		− 11.88		+ 8.87		+ 1.72		
240.	+ 0.74		+ 3.62		+ 18.96		+ 9.64		+ 1.56		

Jahr und Tag der Beobachtung.	Nr.	Beobachtete AR. des Polarsterns.	Anzahl der Beob.	Mittlere AR. des Polarsterns.	Praecession bis 1785.	Mittlere AR. des Polarsterns für 1785 Jan. 1.	Beobachter.
		h ′ ″		h ′ ″	″	h ′ ″	
1789. Juni 15.	241.	0 50 12.87	7	0 50 10.38	53.80	0 49 16.50	Maskelyne
» 20.	242.	19.17	6	13.42	53.79	19.45	»
1795. Jan. 13.	243.	51 24.24	2	51 21.17	122.99	18.18	»
Aug. 6.	244.	52.15	2	26.40	130.07	16.33	»
Nov. 3.	245.	52 9.98	6	30.78	133.14	17.64	»
» 8.	246.	0 52 6.01	6	0 51 29.47	133.35	0 49 16.12	»
1802. Jan. 26.	247.	19.65	2	54.25	213.23	21.02	»
Sept. 20.	248.	53 23.24	4	53 2.88	221.73	21.15	»
Nov. 8.	249.	22.07	2	4.68	223.49	21.19	»
» 27.	250.	16.26	4	7.07	224.17	22.90	Piazzi
» 28.	251.	0 53 13.14	4	0 53 4.46	224.21	0 49 20.25	»
» 29.	252.	11.65	4	3.50	224.25	19.25	»
» 30.	253.	13.12	4	5.51	224.28	21.23	»
Dec. 1.	254.	13.47	4	5.13	224.32	20.81	»
1803. Febr. 22.	255.	52 22.27	2	9.45	227.33	22.13	Maskelyne
März 22.	256.	0 52 14.53	2	0 53 11.08	228.32	0 49 22.76	»
Mai 7.	257.	20.26	2	10.61	229.98	20.63	»
Juni 13.	258.	44.19	2	14.60	231.33	23.27	»
» 22.	259.	47.69	2	11.05	231.65	19.40	»
Juli 9.	260.	53 5.22	2	16.33	232.26	24.37	»
» 10.	261.	0 53 3.85	2	0 53 14.91	232.29	0 49 22.62	»
» 11.	262.	2.71	2	12.98	232.33	20.65	»
» 28.	263.	12.58	2	15.79	232.95	22.84	»
Aug. 21.	264.	31.90	2	15.71	233.93	21.78	»
» 25.	265.	33.56	2	16.60	233.98	22.62	»
Sept. 6.	266.	0 53 36.94	2	0 53 15.77	234.39	0 49 21.38	»
» 8.	267.	39.68	4	17.97	234.41	23.56	Piazzi
» 9.	268.	39.57	4	17.51	234.45	23.03	»
» 10.	269.	40.71	4	18.34	234.47	23.87	»
» 11.	270.	38.74	4	16.13	234.51	22.62	»
» 27.	271.	0 53 40.45	4	0 53 14.20	235.10	0 49 19.10	»
Oct. 12.	272.	41.70	4	14.52	235.63	18.89	»
» 18.	273.	39.56	4	12.78	235.85	16.93	»
» 22.	274.	41.52	2	15.16	236.06	19.11	Maskelyne
» 27.	275.	42.31	2	15.80	236.23	20.57	»
» 27.	276.	0 53 40.04	4	0 53 14.44	236.22	0 49 18.22	Piazzi
» 28.	277.	41.11	4	15.82	236.24	19.61	»
» 29.	278.	39.64	4	14.56	236.26	18.30	»
Nov. 5.	279.	43.92	4	20.61	236.50	24.11	»
» 23.	280.	34.58	2	20.05	237.21	22.84	Maskelyne

Nr.	Bedingungs-Gleichungen.						
241.	+ 0.50″	+ *da*	+ 4.52″ *mP*	− 12.75″ *μA*	+ 14.39″ *νN*	+ 1.71″ *π*	= 0
242.	− 2.45		+ 4.53	− 9.61	+ 14.45	+ 1.76	
243.	− 1.18		+ 10.34	− 6.50	+ 9.23	− 1.77	
244.	+ 0.67		+ 10.98	+ 19.86	+ 5.60	+ 1.56	
245.	− 0.64		+ 11.20	+ 35.64	+ 3.96	− 0.87	
246.	+ 0.88	+ *da*	+ 11.21 *mP*	+ 33.91 *μA*	+ 3.86 *νN*	− 1.01 *π*	= 0
247.	− 4.02		+ 17.51	− 15.31	− 19.83	− 1.61	
248.	− 4.15		+ 18.19	+ 39.10	− 17.85	+ 0.37	
249.	− 4.19		+ 18.32	+ 35.00	− 17.34	− 1.06	
250.	− 5.90		+ 18.50	+ 25.90	− 17.12	− 1.50	
251.	− 3.25	+ *da*	+ 18.51 *mP*	+ 25.35 *μA*	− 17.11 *νN*	− 1.51 *π*	= 0
252.	− 2.25		+ 18.51	+ 24.78	− 17.10	− 1.53	
253.	− 4.23		+ 18.51	+ 24.18	− 17.09	− 1.55	
254.	− 3.81		+ 18.52	+ 23.89	− 17.08	− 1.57	
255.	− 5.13		+ 18.64	− 30.77	− 16.08	− 1.06	
256.	− 5.76	+ *da*	+ 18.72 *mP*	− 38.89 *μA*	− 15.77 *νN*	− 0.25 *π*	= 0
257.	− 3.63		+ 18.87	− 35.06	− 15.09	+ 1.11	
258.	− 6.27		+ 18.98	− 15.65	− 14.59	+ 1.72	
259.	− 2.40		+ 19.00	− 9.86	− 14.44	+ 1.78	
260.	− 7.37		+ 19.05	+ 1.89	− 14.22	+ 1.79	
261.	− 5.62	+ *da*	+ 19.06 *mP*	+ 2.25 *μA*	− 14.22 *νN*	+ 1.79 *π*	= 0
262.	− 3.65		+ 19.10	+ 3.11	− 14.19	+ 1.78	
263.	− 5.84		+ 19.17	+ 14.17	− 13.95	+ 1.62	
264.	− 4.78		+ 19.18	+ 29.55	− 13.53	+ 1.11	
265.	− 5.62		+ 19.21	+ 29.79	− 13.53	+ 1.10	
266.	− 4.38	+ *da*	+ 19.27 *mP*	+ 35.18 *μA*	− 13.36 *νN*	+ 0.76 *π*	= 0
267.	− 6.56		+ 19.28	+ 35.73	− 13.32	+ 0.73	
268.	− 6.06		+ 19.29	+ 36.08	− 13.30	+ 0.70	
269.	− 6.87		+ 19.29	+ 36.41	− 13.29	+ 0.67	
270.	− 5.62		+ 19.29	+ 36.63	− 13.27	+ 0.68	
271.	− 2.10	+ *da*	+ 19.34 *mP*	+ 40.27 *μA*	− 13.03 *νN*	+ 0.16 *π*	= 0
272.	− 1.89		+ 19.38	+ 40.90	− 12.79	− 0.31	
273.	+ 0.07		+ 19.39	+ 40.32	− 12.70	− 0.51	
274.	− 2.11		+ 19.38	+ 39.71	− 12.64	− 0.62	
275.	− 3.57		+ 19.43	+ 38.68	− 12.58	− 0.76	
276.	− 1.22	+ *da*	+ 19.43 *mP*	+ 38.79 *μA*	− 12.56 *νN*	− 0.76 *π*	= 0
277.	− 2.61		+ 19.43	+ 38.43	− 12.54	− 0.79	
278.	− 1.30		+ 19.43	+ 38.19	− 12.54	− 0.82	
279.	− 7.11		+ 19.44	+ 36.08	− 12.41	− 1.01	
280.	− 5.84		+ 19.56	+ 28.42	− 12.16	− 1.42	

Jahr und Tag der Beobachtung.	Nr.	Beobachtete AR. des Polarsterns.	Anzahl der Beob.	Mittlere AR. des Polarsterns.	Praecession bis 1785.	Mittlere AR. des Polarsterns für 1785 Jan. 1.	Beobachter.
		h ′ ″		h ′ ″	″	h ′ ″	
1803. Nov. 28.	281.	0 53 32.82	2	0 53 18.96	237.33	0 49 21.63	Piazzi
» 29.	282.	32.33	2	18.73	237.36	21.36	»
1804. Jan. 6.	283.	7.47	2	18.69	238.81	19.88	Maskelyne
» 21.	284.	18.56	2	19.42	239.38	20.04	»
März 16.	285.	52 30.16	4	20.23	241.60	18.63	Piazzi
Mai 31.	286.	0 52 59.82	4	0 53 31.18	244.02	0 49 27.16	»
Juni 1.	287.	53 1.73	4	32.48	244.06	28.42	»
» 2.	288.	0.51	4	30.96	244.09	26.87	»
» 2.	289.	52 53.24	2	23.92	244.09	19.83	Maskelyne
» 3.	290.	53 0.07	4	29.88	244.15	25.73	Piazzi
» 4.	291.	0 53 0.00	4	0 53 28.88	244.17	0 49 24.72	»
» 5.	292.	2.00	4	30.23	244.20	26.03	»
» 6.	293.	3.51	4	31.20	244.24	26.96	»
» 7.	294.	1.18	4	28.12	244.27	23.85	»
» 8.	295.	4.13	4	30.40	244.30	26.10	»
» 9.	296.	0 53 4.35	4	0 53 30.31	244.34	0 49 25.97	»
» 10.	297.	6.62	4	33.28	244.37	28.91	»
» 21.	298.	6.73	4	24.43	244.86	19.57	Maskelyne
» 22.	299.	7.31	2	24.74	244.89	19.85	»
» 26.	300.	12.71	7	27.46	245.04	22.42	»
» 29.	301.	0 53 14.54	4	0 53 27.13	245.16	0 49 21.97	»
Juli 12.	302.	23.97	6	24.93	245.69	19.24	»
» 15.	303.	22.94	2	24.37	245.72	18.65	»
Sept. 22.	304.	54 2.75	6	30.95	248.15	22.80	Piazzi
» 23.	305.	3.61	6	31.66	248.19	23.47	»
» 24.	306.	0 54 3.06	4	0 53 30.89	248.23	0 49 22.66	»
» 28.	307.	0.50	6	27.75	248.34	19.41	»
» 29.	308.	53 58.40	4	25.50	248.41	17.09	»
» 30.	309.	54 3.41	5	30.40	248.44	21.96	»
Oct. 1.	310.	2.61	4	29.50	248.47	21.03	»
» 2.	311.	0 54 3.67	4	0 53 30.47	248.51	0 49 21.96	»
» 4.	312.	2.29	6	28.95	248.58	20.37	»
» 5.	313.	2.18	4	28.79	248.63	20.16	»
» 6.	314.	4.03	4	30.58	248.66	21.92	»
Nov. 22.	315.	53 52.33	2	29.22	250.46	18.76	Maskelyne
» 26.	316.	0 53 52.22	2	0 53 31.08	250.58	0 49 20.50	»
Dec. 3.	317.	46.53	2	29.22	250.84	18.38	»
1805. Apr. 8.	318.	52 48.22	2	33.37	255.47	17.90	»
» 12.	319.	49.60	2	34.24	255.56	18.68	»
» 13.	320.	49.57	2	34.15	255.58	18.57	»

Nr.	Bedingungs-Gleichungen.						
281.	− 4.63	+ da	+ 19.51 mP	+ 25.47 μA	− 12.05 νN	− 1.53 π	= 0
282.	− 4.36		+ 19.51	+ 25.18	− 12.04	− 1.55	
283.	− 2.88		+ 19.61	− 0.73	− 11.42	− 1.79	
284.	− 3.04		+ 19.69	− 11.39	− 11.18	− 1.67	
285.	− 1.63		+ 19.80	− 38.90	− 10.25	− 0.38	
286.	− 10.16	+ da	+ 20.01 mP	− 23.00 μA	− 8.93 νN	+ 1.59 π	= 0
287.	− 11.42		+ 20.01	− 22.43	− 8.91	+ 1.61	
288.	− 9.87		+ 20.02	− 22.15	− 8.90	+ 1.62	
289.	− 2.83		+ 20.02	− 22.26	− 8.91	+ 1.61	
290.	− 8.73		+ 20.02	− 21.56	− 8.88	+ 1.63	
291.	− 7.72	+ da	+ 20.02 mP	− 20.69 μA	− 8.86 νN	+ 1.64 π	= 0
292.	− 9.03		+ 20.03	− 20.09	− 8.84	+ 1.66	
293.	− 9.96		+ 20.03	− 19.58	− 8.83	+ 1.67	
294.	− 7.85		+ 20.03	− 18.87	− 8.81	+ 1.68	
295.	− 9.10		+ 20.03	− 18.25	− 8.79	+ 1.69	
296.	− 8.97	+ da	+ 20.04 mP	− 17.97 μA	− 8.77 νN	+ 1.71 π	= 0
297.	− 11.91		+ 20.04	− 17.10	− 8.75	+ 1.72	
298.	− 2.57		+ 20.04	− 10.08	− 8.57	+ 1.78	
299.	− 2.85		+ 20.04	− 9.80	− 8.57	+ 1.78	
300.	− 5.42		+ 20.05	− 7.21	− 8.50	+ 1.80	
301.	− 4.97	+ da	+ 20.06 mP	− 5.08 μA	− 8.47 νN	+ 1.81 π	= 0
302.	− 2.24		+ 20.11	+ 4.44	− 8.20	+ 1.77	
303.	− 1.65		+ 20.12	+ 5.86	− 8.13	+ 1.75	
304.	− 5.80		+ 20.32	+ 39.61	− 6.68	+ 0.29	
305.	− 6.47		+ 20.33	+ 39.74	− 6.84	+ 0.28	
306.	− 5.66	+ da	+ 20.33 mP	+ 39.95 μA	− 6.83 νN	+ 0.26 π	= 0
307.	− 2.41		+ 20.34	+ 40.46	− 6.75	+ 0.13	
308.	− 2.09		+ 20.34	+ 40.59	− 6.73	+ 0.07	
309.	− 4.96		+ 20.34	+ 40.69	− 6.72	+ 0.07	
310.	− 4.03		+ 20.35	+ 40.77	− 6.70	+ 0.03	
311.	− 4.96	+ da	+ 20.35 mP	+ 40.84 μA	− 6.68 νN	+ 0.00 π	= 0
312.	− 3.37		+ 20.36	+ 40.94	− 6.64	− 0.07	
313.	− 3.16		+ 20.36	+ 40.97	− 6.63	− 0.11	
314.	− 4.92		+ 20.36	+ 40.99	− 6.60	− 0.13	
315.	− 1.76		+ 20.49	+ 28.59	− 5.75	− 1.42	
316.	− 3.50	+ da	+ 20.50 mP	+ 26.40 μA	− 5.65 νN	− 1.70 π	= 0
317.	− 1.38		+ 20.52	+ 22.31	− 5.51	− 1.61	
318.	− 0.90		+ 20.89	− 41.17	− 3.07	+ 0.29	
319.	− 1.68		+ 20.90	− 40.82	− 2.97	+ 0.44	
320.	− 1.57		+ 20.90	− 40.77	− 2.97	+ 0.45	

Jahr und Tag der Beobachtung	Nr.	Beobachtete AR. des Polarsterns.	Anzahl der Beob.	Mittlere AR. des Polarsterns.	Praecession bis 1785.	Mittlere AR. des Polarsterns für 1785 Jan. 1.	Beobachter.
		h ′ ″		h ′ ″	″	h ′ ″	
1805. Apr. 30.	321.	0 52 53.71	2	0 53 33.91	256.21	0 49 17.70	Maskelyne
Mai 5.	322.	54.85	2	33.47	256.41	17.06	»
» 25.	323.	53 7.22	2	35.48	257.14	18.34	»
» 26.	324.	7.80	2	35.67	257.16	18.51	»
» 27.	325.	6.91	4	34.37	257.19	17.18	»
» 28.	326.	0 53 7.41	4	0 53 34.38	257.23	0 49 17.15	»
» 29.	327.	10.12	2	36.55	257.28	19.27	»
Juni 1.	328.	11.36	2	35.69	257.39	18.30	»
Juli 9.	329.	41.23	2	39.87	258.78	21.09	»
» 29.	330.	51.55	2	36.88	259.50	17.38	»
Nov. 2.	331.	0 54 21.20	4	0 53 43.48	262.99	0 49 20.53	»
» 3.	332.	18.78	2	41.31	263.04	18.27	»
» 17.	333.	14.67	2	42.33	263.54	18.79	»
» 18.	334.	15.80	2	43.65	263.57	20.08	»
1806. Mai 17.	335.	53 21.28	2	47.62	270.19	17.43	»
» 19.	336.	0 53 21.21	2	0 53 46.13	270.27	0 49 15.86	»
Nov. 22.	337.	54 34.68	2	56.79	277.10	19.69	»
1807. Mai 2.	338.	53 32.53	2	58.62	283.05	15.57	»
1808. März 15.	339.	50.37	2	54 14.52	294.81	19.71	»
Mai 6.	340.	55.73	2	14.66	295.73	18.93	»
1810. Apr. 23.	341.	0 54 23.87	6	0 54 42.63	323.47	0 49 19.16	Lindenau
» 26.	342.	23.15	9	41.13	323.60	17.53	»
» 27.	343.	24.76	7	42.40	323.63	18.77	»
» 28.	344.	23.76	8	40.75	323.67	17.08	»
Mai 1.	345.	24.80	5	41.17	323.78	17.39	»
» 31.	346.	0 54 41.49	7	0 54 43.34	324.92	0 49 18.42	»
Juni 1.	347.	41.37	6	42.16	324.95	17.65	»
» 2.	348.	41.55	7	42.14	324.98	17.16	»
Oct. 3.	349.	49.26	7	47.14	329.60	17.54	»
» 4.	350.	48.83	6	46.67	329.64	17.03	»
» 5.	351.	0 55 49.91	7	0 54 47.70	329.67	0 49 18.03	»
» 6.	352.	49.97	7	47.74	329.71	18.03	»
» 7.	353.	49.25	8	47.00	329.75	17.25	»
1811. Mai 10.	354.	54 41.84	8	56.20	337.85	18.35	»
» 11.	355.	42.41	6	56.31	337.89	18.45	»
» 12.	356.	0 55 44.09	9	0 54 57.56	337.93	0 49 19.63	»
» 12.	357.	43.87	2	57.26	337.93	19.35	Pond
» 13.	358.	45.44	9	56.43	337.96	18.47	Lindenau
» 13.	359.	44.20	2	57.40	337.96	19.46	»
» 14.	360.	44.66	2	57.13	337.98	19.15	Pond

Nr.	Bedingungs-Gleichungen.						
321.	− 0.70″	+ da	+ 20.92″ mP	− 37.11″ μA	− 2.67″ νN	+ 0.96″ π	= 0
322.	− 0.06		+ 20.97	− 35.75	− 2.60	+ 1.06	
323.	− 1.34		+ 21.02	− 26.53	− 2.19	+ 1.50	
324.	− 1.51		+ 21.03	− 26.08	− 2.18	+ 1.51	
325.	− 0.18		+ 21.03	− 25.81	− 2.17	+ 1.52	
326.	− 0.15	+ da	+ 21.03 mP	− 25.07 μA	− 2.15 νN	+ 1.55 π	= 0
327.	− 2.27		+ 21.04	− 24.78	− 2.13	+ 1.56	
328.	− 1.30		+ 21.04	− 22.79	− 2.11	+ 1.61	
329.	− 4.09		+ 21.16	+ 1.88	− 1.44	+ 1.79	
330.	− 0.38		+ 21.21	+ 15.46	− 1.30	+ 1.60	
331.	− 3.53	+ da	+ 21.49 mP	+ 37.18 μA	+ 0.96 νN	− 0.96 π	= 0
332.	− 1.27		+ 21.50	+ 36.90	+ 0.96	− 0.98	
333.	− 1.79		+ 21.54	+ 31.24	+ 1.03	− 1.32	
334.	− 3.08		+ 21.54	+ 31.00	+ 1.05	− 1.34	
335.	− 0.43		+ 22.05	− 31.06	+ 4.62	+ 1.34	
336.	+ 1.14	+ da	+ 22.06 mP	− 29.89 μA	+ 4.80 νN	+ 1.38 π	= 0
337.	− 2.69		+ 22.61	+ 29.30	+ 8.34	− 1.40	
338.	+ 1.43		+ 23.06	− 36.90	+ 11.17	+ 0.98	
339.	− 2.71		+ 24.03	− 39.26	+ 15.99	− 0.38	
340.	− 1.93		+ 24.18	− 35.41	+ 16.71	+ 1.11	
341.	− 2.16	+ da	+ 26.28 mP	− 39.70 μA	+ 21.57 νN	+ 0.73 π	= 0
342.	− 0.53		+ 26.29	− 38.97	+ 21.57	+ 0.82	
343.	− 1.77		+ 26.29	− 38.70	+ 21.57	+ 0.85	
344.	− 0.08		+ 26.29	− 38.12	+ 21.57	+ 0.87	
345.	− 0.39		+ 26.30	− 37.54	+ 21.57	+ 0.96	
346.	− 1.42	+ da	+ 26.39 mP	− 23.96 μA	+ 21.57 νN	+ 1.58 π	= 0
347.	− 0.65		+ 26.40	− 23.38	+ 21.57	+ 1.60	
348.	− 0.16		+ 26.40	− 22.77	+ 21.57	+ 1.61	
349.	− 0.54		+ 26.76	+ 41.73	+ 21.37	− 0.03	
350.	− 0.03		+ 26.76	+ 41.78	+ 21.36	− 0.06	
351.	− 1.03	+ da	+ 26.76 mP	+ 41.82 μA	+ 21.36 νN	− 0.10 π	= 0
352.	− 1.03		+ 26.76	+ 41.84	+ 21.36	− 0.13	
353.	− 0.25		+ 26.77	+ 41.86	+ 21.35	− 0.15	
354.	− 1.35		+ 27.43	− 34.68	+ 20.44	+ 1.16	
355.	− 1.45		+ 27.43	− 34.26	+ 20.43	+ 1.18	
356.	− 2.63	+ da	+ 27.45 mP	− 33.83 μA	+ 20.42 νN	+ 1.21 π	= 0
357.	− 2.35		+ 27.45	− 33.68	+ 20.42	+ 1.21	
358.	− 1.47		+ 27.45	− 33.38	+ 20.42	+ 1.23	
359.	− 2.46		+ 27.45	− 33.38	+ 20.42	+ 1.23	
360.	− 2.15		+ 27.48	− 32.82	+ 20.40	+ 1.25	

Jahr und Tag der Beobachtung.	Nr.	Beobachtete AR. des Polarsterns.	Anzahl der Beob.	Mittlere AR. des Polarsterns.	Praecession bis 1785.	Mittlere AR. des Polarsterns für 1785 Jan. 1.	Beobachter.
		h ′ ″		h ′ ″	″	h ′ ″	
1811. Mai 16.	361.	0 54 45.49	2	0 54 57.00	338.06	0 49 18.94	Pond
» 17.	362.	43.35	2	56.62	338.09	18.53	»
» 17.	363.	45.44	8	56.57	338.09	18.46	Lindenau
» 18.	364.	45.80	8	56.43	338.13	18.28	»
» 19.	365.	47.13	9	57.22	338.18	19.03	»
» 24.	366.	0 54 49.16	10	0 54 56.62	338.39	0 49 18.23	»
» 25.	367.	50.50	9	57.37	338.41	18.94	»
» 25.	368.	52.03	2	59.08	338.41	20.69	Pond
Juni 16.	369.	55 4.93	2	58.73	339.23	19.50	»
» 17.	370.	5.97	2	58.68	339.26	19.42	»
» 18.	371.	0 55 5.93	2	0 54 57.98	339.30	0 49 18.68	»
» 21.	372.	9.85	2	59.80	339.41	20.39	»
Nov. 22.	373.	54 54.43	2	55 5.80	345.25	20.55	»
» 23.	374.	53.79	2	5.67	345.28	20.39	»
» 24.	375.	52.97	2	5.31	345.32	19.99	»
Dec. 5.	376.	0 54 48.16	2	0 55 6.50	345.73	0 49 20.77	»
1812. März 25.	377.	41.11	2	6.90	349.89	17.01	»
Apr. 13.	378.	43.20	2	8.41	350.61	17.80	»
» 14.	379.	43.58	2	8.73	350.65	18.08	»
» 19.	380.	46.41	5	10.86	350.86	20.00	Lindenau
» 22.	381.	0 54 45.00	2	0 55 8.68	351.08	0 49 17.60	Pond
» 24.	382.	45.31	2	8.52	351.13	17.39	»
Mai 3.	383.	50.51	8	10.88	351.39	19.49	Lindenau
» 4.	384.	51.25	8	11.25	351.43	19.82	»
» 4.	385.	50.22	2	10.27	351.43	18.86	Pond
» 6.	386.	0 54 51.01	2	0 55 10.50	351.48	0 49 19.02	»
» 7.	387.	50.81	8	9.68	351.54	18.14	Lindenau
» 8.	388.	51.90	8	10.29	351.58	18.71	»
» 8.	389.	50.31	2	8.66	351.58	17.10	Pond
» 30.	390.	55 4.79	2	11.98	352.39	19.59	»
Juni 1.	391.	0 55 7.35	2	0 55 13.54	352.47	0 49 20.97	»
» 9.	392.	10.97	2	12.23	352.77	19.46	»
» 11.	393.	12.20	2	12.48	352.85	18.63	»
» 15.	394.	15.99	5	13.35	353.01	20.34	» Mer. Kr.
» 16.	395.	16.26	3	14.28	353.04	20.24	»
» 19.	396.	0 55 16.16	2	0 55 11.88	353.18	0 49 18.70	» Mtt.Fernr.
» 20.	397.	17.32	3	12.07	353.20	18.87	» Mer. Kr.
» 21.	398.	18.69	4	11.53	353.27	18.26	»
» 23.	399.	19.66	4	11.81	353.31	18.50	»
» 28.	400.	22.18	6	10.89	353.50	17.39	»

Nr.	Bedingungs-Gleichungen.						
361.	$-1''.94$	$+ da$	$+ 27''.49\, mP$	$- 31''.92\, \mu A$	$+ 20''.39\, \nu N$	$+ 1''.30\, \pi$	$= 0$
362.	-1.53		$+ 27.50$	$- 31.70$	$+ 20.38$	$+ 1.32$	
363.	-1.46		$+ 27.50$	$- 31.70$	$+ 20.38$	$+ 1.32$	
364.	-1.28		$+ 27.50$	$- 31.15$	$+ 20.38$	$+ 1.34$	
365.	-2.03		$+ 27.51$	$- 30.64$	$+ 20.38$	$+ 1.36$	
366.	-1.23	$+ da$	$+ 27.51\, mP$	$- 28.13\, \mu A$	$+ 20.34\, \nu N$	$+ 1.46\, \pi$	$= 0$
367.	-1.94		$+ 27.52$	$- 27.58$	$+ 20.33$	$+ 1.48$	
368.	-3.69		$+ 27.52$	$- 27.58$	$+ 20.33$	$+ 1.48$	
369.	-2.50		$+ 27.59$	$- 14.77$	$+ 20.09$	$+ 1.75$	
370.	-2.42		$+ 27.59$	$- 13.71$	$+ 20.09$	$+ 1.76$	
371.	-1.68	$+ da$	$+ 27.59\, mP$	$- 13.05\, \mu A$	$+ 20.08\, \nu N$	$+ 1.76\, \pi$	$= 0$
372.	-3.39		$+ 27.61$	$- 10.97$	$+ 20.06$	$+ 1.78$	
373.	-3.55		$+ 28.03$	$+ 29.63$	$+ 18.76$	$- 1.40$	
374.	-3.39		$+ 28.04$	$+ 29.09$	$+ 18.75$	$- 1.42$	
375.	-2.99		$+ 28.04$	$+ 28.61$	$+ 18.74$	$- 1.44$	
376.	-3.77	$+ da$	$+ 28.07\, mP$	$+ 22.25\, \mu A$	$+ 18.67\, \nu N$	$- 1.62\, \pi$	$= 0$
377.	-0.01		$+ 28.39$	$- 41.45$	$+ 17.44$	$- 0.13$	
378.	-0.80		$+ 28.44$	$- 41.57$	$+ 17.21$	$+ 0.47$	
379.	-1.08		$+ 28.44$	$- 41.52$	$+ 17.20$	$+ 0.50$	
380.	-3.00		$+ 28.45$	$- 40.89$	$+ 17.13$	$+ 0.65$	
381.	-0.60	$+ da$	$+ 28.47\, mP$	$- 40.89\, \mu A$	$+ 17.05\, \nu N$	$+ 0.73\, \pi$	$= 0$
382.	-0.39		$+ 28.47$	$- 39.66$	$+ 17.05$	$+ 0.80$	
383.	-2.49		$+ 28.49$	$- 37.00$	$+ 16.95$	$+ 1.01$	
384.	-2.82		$+ 28.49$	$- 36.64$	$+ 16.94$	$+ 1.03$	
385.	-1.86		$+ 28.49$	$- 36.64$	$+ 16.94$	$+ 1.03$	
386.	-2.02	$+ da$	$+ 28.50\, mP$	$- 36.18\, \mu A$	$+ 16.93\, \nu N$	$+ 1.09\, \pi$	$= 0$
387.	-1.14		$+ 28.50$	$- 35.56$	$+ 16.91$	$+ 1.11$	
388.	-1.71		$+ 28.50$	$- 35.16$	$+ 16.89$	$+ 1.13$	
389.	-0.10		$+ 28.50$	$- 35.16$	$+ 16.89$	$+ 1.13$	
390.	-2.59		$+ 28.57$	$- 24.55$	$+ 16.82$	$+ 1.57$	
391.	-3.97	$+ da$	$+ 28.58\, mP$	$- 23.38\, \mu A$	$+ 16.59\, \nu N$	$+ 1.60\, \pi$	$= 0$
392.	-2.46		$+ 28.61$	$- 18.54$	$+ 16.49$	$+ 1.70$	
393.	-1.63		$+ 28.61$	$- 17.57$	$+ 16.47$	$+ 1.71$	
394.	-3.34		$+ 28.62$	$- 14.68$	$+ 16.42$	$+ 1.75$	
395.	-3.24		$+ 28.62$	$- 14.33$	$+ 16.41$	$+ 1.76$	
396.	-1.70	$+ da$	$+ 28.64\, mP$	$- 12.03\, \mu A$	$+ 16.36\, \nu N$	$+ 1.78\, \pi$	$= 0$
397.	-1.87		$+ 28.64$	$- 12.00$	$+ 16.35$	$+ 1.78$	
398.	-1.26		$+ 28.65$	$- 10.01$	$+ 16.34$	$+ 1.79$	
399.	-1.50		$+ 28.65$	$- 9.33$	$+ 16.33$	$+ 1.79$	
400.	-0.39		$+ 28.66$	$- 5.89$	$+ 16.25$	$+ 1.81$	

Jahr und Tag der Beobachtung.	Nr.	Beobachtete AR. des Polarsterns.	Anzahl der Beob.	Mittlere AR. des Polarsterns.	Praecession bis 1785.	Mittlere AR. des Polarsterns für 1785 Jan. 1.	Beobachter.
		h ′ ″		h ′ ″	″	h ′ ″	
1812. Juli 6.	401.	0 55 25.48	2	0 55 9.65	353.80	0 49 15.85	Pond
» 8.	402.	27.47	4	10.60	353.83	16.77	»
» 9.	403.	28.17	3	10.30	353.93	16.40	»
» 18.	404.	38.17	2	12.99	354.21	18.78	»
» 20.	405.	38.91	4	12.50	354.33	18.17	»
» 28.	406.	0 55 42.95	4	0 55 11.73	354.64	0 49 17.09	»
Aug. 19.	407.	59.85	4	14.45	355.48	18.97	»
Sept. 5.	408.	56 6.13	2	15.69	356.11	19.58	»
» 5.	409.	8.33	2	17.61	356.11	21.50	» Mtt.Fernr.
» 6.	410.	8.14	2	17.54	356.15	21.39	» Mer. Kr.
» 6.	411.	0 56 7.25	2	0 55 16.70	356.15	0 49 20.55	» Mtt.Fernr.
» 7.	412.	7.45	3	16.51	356.19	20.32	» Mer. Kr.
» 29.	413.	14.66	5	19.00	356.96	22.04	Piazzi
» 30.	414.	11.31	4	15.57	356.99	18.58	»
Oct. 2.	415.	13.34	4	17.46	357.07	20.39	»
» 3.	416.	0 56 12.48	4	0 55 16.56	357.11	0 49 19.45	»
» 4.	417.	13.24	5	17.27	357.14	20.13	»
» 4.	418.	14.20	2	18.19	357.14	21.05	Pond
» 5.	419.	13.00	5	16.99	357.18	19.81	Piazzi
» 6.	420.	11.64	4	15.62	357.21	18.41	»
» 12.	421.	0 56 12.64	2	0 55 17.26	357.56	0 49 19.70	Pond
» 28.	422.	11.95	4	18.43	358.14	20.29	»
» 29.	423.	13.01	3	19.79	358.17	21.62	»
Nov. 5.	424.	10.59	2	19.39	358.42	20.97	»
» 6.	425.	7.50	2	17.64	358.47	19.17	»
» 20.	426.	0 56 5.11	2	0 55 20.16	359.01	0 49 20.15	»
» 22.	427.	3.93	2	18.98	359.09	19.89	»
» 22.	428.	3.00	7	18.06	359.09	19.00	Lindenau
» 23.	429.	2.23	7	18.80	359.13	19.65	»
» 23.	430.	0.43	2	16.98	359.13	17.86	Pond
» 24.	431.	0 56 1.34	9	0 55 18.43	359.19	0 49 19.24	Lindenau
» 25.	432.	0.50	7	18.11	359.22	18.89	»
» 26.	433.	55 59.40	7	17.58	359.26	18.32	»
» 30.	434.	56.13	6	16.59	359.41	17.18	»
Dec. 7.	435.	56.21	2	18.97	359.66	19.31	Pond
» 12.	436.	0 55 49.18	4	0 55 16.81	359.87	0 49 16.94	Lindenau
1813. Apr. 9.	437.	54 50.95	7	22.19	364.35	17.84	»
» 10.	438.	50.67	6	21.90	364.39	17.51	»
Juni 1.	439.	55 13.47	7	25.84	366.37	19.47	»
» 2.	440.	13.55	9	25.20	366.41	18.89	»

Nr.	Bedingungs-Gleichungen.						
401.	+ 1.15″	+ da	+ 28.68″ mP	− 0.29″ μA	+ 16.15″ νN	+ 1.79″ π	= 0
402.	+ 0.23		+ 28.68	+ 0.77	+ 16.13	+ 1.79	
403.	+ 0.60		+ 28.69	+ 1.81	+ 16.11	+ 1.79	
404.	− 1.78		+ 28.71	+ 7.35	+ 16.00	+ 1.72	
405.	− 1.17		+ 28.71	+ 9.82	+ 15.96	+ 1.70	
406.	− 0.09	+ da	+ 28.72 mP	+ 14.81 μA	+ 15.84 νN	+ 1.61 π	= 0
407.	− 1.97		+ 28.76	+ 28.01	+ 15.55	+ 1.21	
408.	− 2.58		+ 28.84	+ 35.77	+ 15.31	+ 0.80	
409.	− 4.51		+ 28.84	+ 35.77	+ 15.31	+ 0.80	
410.	− 4.39		+ 28.84	+ 35.97	+ 15.29	+ 0.76	
411.	− 3.55	+ da	+ 28.86 mP	+ 35.97 μA	+ 15.27 νN	+ 0.76 π	= 0
412.	− 3.32		+ 28.86	+ 36.34	+ 15.28	+ 0.73	
413.	− 5.04		+ 28.94	+ 41.70	+ 14.96	+ 0.06	
414.	− 1.58		+ 28.94	+ 41.80	+ 14.94	+ 0.03	
415.	− 3.39		+ 28.95	+ 41.97	+ 14.91	− 0.03	
416.	− 2.45	+ da	+ 28.95 mP	+ 42.03 μA	+ 14.89 νN	− 0.06 π	= 0
417.	− 3.13		+ 28.96	+ 42.09	+ 14.88	− 0.09	
418.	− 4.05		+ 28.96	+ 42.11	+ 14.89	− 0.10	
419.	− 2.81		+ 28.96	+ 42.13	+ 14.87	− 0.13	
420.	− 1.41		+ 28.96	+ 42.13	+ 14.85	− 0.15	
421.	− 2.70	+ da	+ 28.94 mP	+ 42.07 μA	+ 14.77 νN	− 0.31 π	= 0
422.	− 3.29		+ 28.96	+ 39.54	+ 14.55	− 0.80	
423.	− 4.62		+ 29.01	+ 39.20	+ 14.54	− 0.82	
424.	− 3.97		+ 29.01	+ 37.10	+ 14.43	− 1.01	
425.	− 2.17		+ 29.03	+ 36.74	+ 14.41	− 1.03	
426.	− 3.15	+ da	+ 29.06 mP	+ 30.54 μA	+ 14.20 νN	− 1.38 π	= 0
427.	− 2.89		+ 29.08	+ 29.53	+ 14.17	− 1.42	
428.	− 2.00		+ 29.08	+ 29.53	+ 14.17	− 1.42	
429.	− 2.65		+ 29.09	+ 29.02	+ 14.15	− 1.44	
430.	− 0.86		+ 29.09	+ 29.02	+ 14.15	− 1.44	
431.	− 2.24	+ da	+ 29.09 mP	+ 28.48 μA	+ 14.13 νN	− 1.45 π	= 0
432.	− 1.89		+ 29.09	+ 27.93	+ 14.10	− 1.47	
433.	− 1.32		+ 29.09	+ 27.35	+ 14.08	− 1.50	
434.	− 0.18		+ 29.11	+ 25.00	+ 14.02	− 1.57	
435.	− 2.31		+ 29.12	+ 20.58	+ 13.94	− 1.65	
436.	+ 0.06	+ da	+ 29.15 mP	+ 17.72 μA	+ 13.83 νN	− 1.71 π	= 0
437.	− 0.84		+ 29.51	− 42.26	+ 11.95	+ 0.34	
438.	− 0.51		+ 29.51	− 42.21	+ 11.93	+ 0.37	
439.	− 2.47		+ 29.67	− 24.00	+ 11.06	+ 1.60	
440.	− 1.89		+ 29.67	− 23.39	+ 11.04	+ 1.61	

Jahr und Tag der Beobachtung.	Nr.	Beobachtete AR. des Polarsterns.	Anzahl der Beob.	Mittlere AR. des Polarsterns.	Praecession bis 1785.	Mittlere AR. des Polarsterns für 1785 Jan. 1.	Beobachter.
1813. Juni 7.	441.	0h 55′ 15.″98	6	0h 55′ 24.″67	366.″61	0h 49′ 18.″06	Lindenau
» 8.	442.	18.49	5	26.51	366.65	19.86	»
» 11.	443.	19.97	3	26.02	366.77	19.25	»
» 13.	444.	20.74	5	25.58	366.83	18.75	»
» 14.	445.	21.58	7	25.71	366.87	18.84	»
Sept. 10.	446.	0 56 17.25	3	0 55 30.98	370.19	0 49 20.79	Carlini
» 11.	447.	15.40	3	30.00	370.23	19.77	»
» 13.	448.	18.70	3	31.75	370.32	21.43	»
» 14.	449.	16.80	3	29.57	370.34	19.23	»
» 15.	450.	18.45	3	31.01	370.39	20.62	»
Oct. 8.	451.	0 56 19.45	3	0 55 29.31	371.27	0 49 18.04	»
Nov. 11.	452.	19.10	3	36.32	372.56	23.76	»
» 13.	453.	14.62	4	32.39	372.65	19.74	Bessel
Dec. 11.	454.	3.46	4	36.70	373.75	22.95	»
» 16.	455.	55 56.70	3	34.00	373.94	20.06	Carlini
» 17.	456.	0 55 54.55	3	0 55 32.22	373.96	0 49 18.26	»
» 18.	457.	57.00	3	35.73	374.01	21.72	»
» 21.	458.	56.30	3	36.83	374.07	22.76	»
» 22.	459.	56.80	3	37.70	374.10	23.60	»
» 25.	460.	53.15	3	37.04	374.24	22.80	»
1814. Jan. 25.	461.	0 55 28.10	3	0 55 35.49	375.40	0 49 20.09	»
» 26.	462.	25.40	3	33.22	375.44	17.78	»
Febr. 1.	463.	24.25	3	37.17	375.72	21.45	»
» 3.	464.	20.50	3	34.81	375.79	19.02	»
» 13.	465.	15.15	3	35.82	376.16	19.66	»
» 19.	466.	0 55 9.70	3	0 55 34.15	376.39	0 49 17.76	»
» 20.	467.	13.63	4	38.23	376.47	21.76	Struve
» 21.	468.	11.05	3	36.47	376.46	20.01	Carlini
» 22.	469.	9.30	4	35.30	376.53	18.77	Struve
» 23.	470.	9.40	4	35.94	376.57	19.37	»
» 25.	471.	0 55 9.20	4	0 55 36.77	376.64	0 49 20.13	»
» 26.	472.	9.58	4	37.64	376.68	20.96	»
» 26.	473.	6.55	3	34.62	376.65	18.02	Carlini
» 27.	474.	7.05	3	35.37	376.68	18.69	»
März 8.	475.	6.63	4	38.90	377.07	21.83	Struve
» 9.	476.	0 55 5.90	4	0 55 38.55	377.09	0 49 21.46	»
» 19.	477.	3.20	4	38.98	377.47	21.51	»
» 20.	478.	4.35	4	40.37	377.52	22.85	»
» 22.	479.	0.39	3	36.96	377.60	19.36	Bessel
» 23.	480.	3.58	4	40.24	377.62	22.63	Struve

Nr.	Bedingungs-Gleichungen.						
441.	− 1.06	+ *da*	+ 29.68 *mP*	− 20.42 *μA*	+ 11.02 *νN*	+ 1.67 *π*	= 0
442.	− 2.86		+ 29.69	− 19.77	+ 11.01	+ 1.68	
443.	− 2.25		+ 29.69	− 17.84	+ 10.98	+ 1.71	
444.	− 1.75		+ 29.70	− 16.63	+ 10.96	+ 1.72	
445.	− 1.84		+ 29.70	− 15.94	+ 10.95	+ 1.73	
446.	− 3.79	+ *da*	+ 30.01 *mP*	+ 37.73 *μA*	+ 9.31 *νN*	+ 0.62 *π*	= 0
447.	− 2.77		+ 30.01	+ 37.89	+ 9.29	+ 0.60	
448.	− 4.43		+ 30.02	+ 38.52	+ 9.25	+ 0.56	
449.	− 2.23		+ 30.02	+ 38.95	+ 9.23	+ 0.51	
450.	− 3.62		+ 30.03	+ 39.09	+ 9.21	+ 0.49	
451.	− 1.04	+ *da*	+ 30.09 *mP*	+ 42.33 *μA*	+ 8.77 *νN*	− 0.25 *π*	= 0
452.	− 6.76		+ 30.19	+ 34.76	+ 8.13	− 1.21	
453.	− 2.74		+ 30.13	+ 34.51	+ 8.14	− 1.21	
454.	− 5.95		+ 30.21	+ 18.38	+ 7.58	− 1.70	
455.	− 3.06		+ 30.29	+ 14.35	+ 7.45	− 1.76	
456.	− 1.26	+ *da*	+ 30.29 *mP*	+ 13.99 *μA*	+ 7.43 *νN*	− 1.78 *π*	= 0
457.	− 4.72		+ 30.29	+ 12.93	+ 7.41	− 1.79	
458.	− 5.76		+ 30.30	+ 11.15	+ 7.36	− 1.80	
459.	− 6.60		+ 30.30	+ 10.78	+ 7.35	− 1.80	
460.	− 5.80		+ 30.31	+ 7.84	+ 7.28	− 1.80	
461.	− 3.09	+ *da*	+ 30.41 *mP*	− 14.70 *μA*	+ 6.73 *νN*	− 1.61 *π*	= 0
462.	− 0.78		+ 30.42	− 15.06	+ 6.71	− 1.59	
463.	− 4.45		+ 30.44	− 19.85	+ 6.59	− 1.50	
464.	− 2.02		+ 30.45	− 21.16	+ 6.57	− 1.47	
465.	− 2.66		+ 30.46	− 26.97	+ 6.56	− 1.27	
466.	− 0.76	+ *da*	+ 30.46 *mP*	− 30.28 *μA*	+ 6.25 *νN*	− 1.11 *π*	= 0
467.	− 4.76		+ 30.45	− 30.54	+ 6.22	− 1.11	
468.	− 3.01		+ 30.46	− 31.10	+ 6.21	− 1.04	
469.	− 1.77		+ 30.45	− 31.81	+ 6.17	− 0.98	
470.	− 2.37		+ 30.46	− 32.30	+ 6.15	− 0.96	
471.	− 3.13	+ *da*	+ 30.46 *mP*	− 33.23 *μA*	+ 6.12 *νN*	− 0.95 *π*	= 0
472.	− 3.96		+ 30.47	− 33.68	+ 6.10	− 0.90	
473.	− 1.02		+ 30.47	− 33.70	+ 6.11	− 0.81	
474.	− 1.69		+ 30.47	− 33.92	+ 6.10	− 0.81	
475.	− 4.83		+ 30.50	− 37.43	+ 5.90	− 0.65	
476.	− 4.46	+ *da*	+ 30.50 *mP*	− 37.77 *μA*	+ 5.88 *νN*	− 0.62 *π*	= 0
477.	− 4.51		+ 30.53	− 40.54	+ 5.70	− 0.32	
478.	− 5.85		+ 30.54	− 40.75	+ 5.68	− 0.27	
479.	− 2.36		+ 30.54	− 41.21	+ 5.62	− 0.22	
480.	− 5.63		+ 30.54	− 41.30	+ 5.61	− 0.19	

Jahr und Tag der Beobachtung.	Nr.	Beobachtete AR. des Polarsterns.	Anzahl der Beob.	Mittlere AR. des Polarsterns.	Praecession bis 1755.	Mittlere AR. des Polarsterns für 1755 Jan. 1.	Beobachter.
		h ′ ″		h ′ ″	″	h ′ ″	
1814. März 24.	481.	0 55 3.10	4	0 55 39.94	377.65	0 49 22.29	Struve
» 31.	482.	1.50	4	39.31	377.95	21.36	»
Apr. 1.	483.	1.43	4	39.28	377.97	21.31	»
» 3.	484.	0.10	4	38.04	378.04	20.00	»
» 9.	485.	1.90	3	39.90	378.31	21.59	Bessel
» 11.	486.	0 55 2.14	3	0 55 39.99	378.39	0 49 21.60	»
» 12.	487.	1.14	3	38.88	378.44	20.44	»
» 13.	488.	0.61	3	38.27	378.48	19.79	»
» 14.	489.	0.08	3	37.62	378.52	19.10	»
» 15.	490.	54 59.86	3	37.28	378.56	18.72	»
» 16.	491.	0 55 1.79	3	0 55 39.09	378.60	0 49 20.59	»
» 19.	492.	54 59.97	3	36.91	378.71	18.20	»
» 20.	493.	55 0.78	3	37.51	378.75	18.76	»
» 25.	494.	5.05	3	40.92	378.91	22.01	Carlini
Mai 8.	495.	8.20	3	39.38	379.41	19.97	»
» 9.	496.	0 55 8.65	3	0 55 39.63	379.43	0 49 20.20	»
» 10.	497.	11.25	3	41.42	379.49	21.93	»
» 16.	498.	12.62	3	40.48	379.75	20.73	Bessel
» 18.	499.	13.47	3	40.50	379.82	20.68	»
» 21.	500.	17.20	3	42.88	379.93	21.95	»
» 22.	501.	0 55 17.34	3	0 55 42.26	379.97	0 49 22.29	»
» 29.	502.	18.55	3	39.39	380.17	19.22	Carlini
Juni 1.	503.	18.22	3	37.82	380.35	17.47	Bessel
» 2.	504.	24.01	3	42.75	380.39	22.36	»
» 3.	505.	21.35	3	39.23	380.38	18.85	Carlini
» 4.	506.	0 55 24.10	3	0 55 41.07	380.45	0 49 20.56	»
» 5.	507.	24.05	3	40.71	380.48	20.23	»
» 6.	508.	24.25	3	40.62	380.50	20.12	»
» 7.	509.	22.81	3	38.82	380.59	18.23	Bessel
» 8.	510.	26.43	3	41.82	380.63	21.19	»
» 9.	511.	0 55 26.69	3	0 55 41.43	380.67	0 49 20.76	»
» 9.	512.	28.30	3	42.46	380.63	21.83	Carlini
» 10.	513.	27.39	3	41.51	380.71	20.80	Bessel
» 10.	514.	27.15	3	41.01	380.65	20.36	Carlini
» 11.	515.	29.70	3	42.59	380.70	21.89	»
» 12.	516.	0 55 27.95	3	0 55 40.53	380.73	0 49 19.80	»
» 13.	517.	28.36	3	40.57	380.82	19.75	Bessel
» 14.	518.	29.06	3	40.42	380.85	19.57	»
» 28.	519.	45.88	4	47.55	381.31	26.24	Piazzi
» 29.	520.	48.74	4	49.73	381.35	28.38	»

Nr.	Bedingungs-Gleichungen.						
481.	− 5.29	+ da	+ 30.54 mP	− 41.40 μA	+ 5.60 νN	− 0.15 π	= 0
482.	− 4.36		+ 30.56	− 42.10	+ 5.46	+ 0.00	
483.	− 4.31		+ 30.56	− 42.28	+ 5.46	+ 0.11	
484.	− 3.00		+ 30.57	− 42.37	+ 5.43	+ 0.15	
485.	− 4.59		+ 30.58	− 42.31	+ 5.28	+ 0.32	
486.	− 4.60	+ da	+ 30.59 mP	− 42.16 μA	+ 5.21 νN	+ 0.38 π	= 0
487.	− 3.44		+ 30.59	− 42.08	+ 5.22	+ 0.41	
488.	− 2.79		+ 30.59	− 41.99	+ 5.20	+ 0.44	
489.	− 2.10		+ 30.60	− 41.88	+ 5.19	+ 0.47	
490.	− 1.72		+ 30.60	− 41.76	+ 5.17	+ 0.50	
491.	− 3.59	+ da	+ 30.60 mP	− 41.63 μA	+ 5.14 νN	+ 0.53 π	= 0
492.	− 1.20		+ 30.61	− 41.25	+ 5.09	+ 0.62	
493.	− 1.76		+ 30.61	− 41.07	+ 5.07	+ 0.65	
494.	− 5.01		+ 30.63	− 40.22	+ 4.98	+ 0.80	
495.	− 2.97		+ 30.67	− 35.71	+ 4.72	+ 1.16	
496.	− 3.20	+ da	+ 30.67 mP	− 35.52 μA	+ 4.70 νN	+ 1.17 π	= 0
497.	− 4.93		+ 30.67	− 34.74	+ 4.68	+ 1.23	
498.	− 3.73		+ 30.69	− 32.47	+ 4.54	+ 1.30	
499.	− 3.68		+ 30.70	− 31.65	+ 4.50	+ 1.34	
500.	− 4.95		+ 30.71	− 30.35	+ 4.44	+ 1.42	
501.	− 5.29	+ da	+ 30.71 mP	− 29.60 μA	+ 4.42 νN	+ 1.43 π	= 0
502.	− 2.22		+ 30.72	− 25.64	+ 4.30	+ 1.57	
503.	− 0.47		+ 30.75	− 24.38	+ 4.22	+ 1.60	
504.	− 5.36		+ 30.75	− 23.53	+ 4.19	+ 1.61	
505.	− 1.85		+ 30.74	− 22.72	+ 4.21	+ 1 63	
506.	− 3.56	+ da	+ 30.74 mP	− 21.83 μA	+ 4.19 νN	+ 1.64 π	= 0
507.	− 3.23		+ 30.74	− 21.51	+ 4.17	+ 1.66	
508.	− 3.12		+ 30.75	− 21.22	+ 4.15	+ 1.68	
509.	− 1.23		+ 30.76	− 20.82	+ 4.10	+ 1.67	
510.	− 4.19		+ 30.77	− 20.21	+ 4.09	+ 1.68	
511.	− 3.76	+ da	+ 30.77 mP	− 19.57 μA	+ 4.07 νN	+ 1.68 π	= 0
512.	− 4.83		+ 30.77	− 19.03	+ 4.09	+ 1.72	
513.	− 3.80		+ 30.77	− 18.95	+ 4.05	+ 1.70	
514.	− 3.36		+ 30.75	− 18.72	+ 4.07	+ 1.73	
515.	− 4.89		+ 30.75	− 17.76	+ 4.05	+ 1.76	
516.	− 2.80	+ da	+ 30.75 mP	− 17.44 μA	+ 4.03 νN	+ 1.77 π	= 0
517.	− 2.75		+ 30.78	− 17.03	+ 3.98	+ 1.72	
518.	− 2.57		+ 30.78	− 16.19	+ 3.97	+ 1.72	
519.	− 9.24		+ 30.88	− 6.38	+ 3.70	+ 1.81	
520.	− 11.38		+ 30.89	− 5.67	+ 3.67	+ 1.81	

Jahr und Tag der Beobachtung	Nr.	Beobachtete AR. des Polarsterns.	Anzahl der Beob.	Mittlere AR. des Polarsterns.	Praecession bis 1785.	Mittlere AR. des Polarsterns für 1785 Jan. 1.	Beobachter.
		h ′ ″		h ′ ″	″	h ′ ″	
1814. Juni 30.	521.	0 55 46.87	4	0 55 47.53	381.39	0 49 26.14	Piazzi
Juli 1.	522.	47.06	4	47.01	381.43	25.58	»
» 3.	523.	45.40	3	44.20	381.51	22.69	Bessel
» 3.	524.	41.80	3	40.04	381.51	18.53	Carlini
» 4.	525.	48.83	4	46.41	381.54	24.87	Piazzi
» 4.	526.	0 55 40.65	3	0 55 38.56	381.54	0 49 17.02	Carlini
» 5.	527.	50.07	3	46.97	381.58	25.39	Piazzi
» 5.	528.	41.75	3	39.99	381.58	18.41	Carlini
» 6.	529.	43.45	3	39.65	381.62	18.03	»
» 6.	530.	51.75	3	47.96	381.68	26.35	Piazzi
» 7.	531.	0 55 54.05	3	0 55 49.59	381.65	0 49 27.97	»
» 8.	532.	53.58	3	48.48	381.69	27.11	»
» 8.	533.	47.97	3	43.17	381.77	21.40	Bessel
» 16.	534.	50.93	3	41.94	382.08	19.86	»
» 17.	535.	52.35	3	40.84	382.05	18.79	Carlini
» 18.	536.	0 55 53.45	3	0 55 41.64	382.08	0 49 19.56	»
» 19.	537.	52.20	3	40.05	382.09	18.56	»
» 23.	538.	54.00	3	40.04	382.25	17.79	»
» 24.	539.	54.70	3	40.32	382.31	18.01	»
» 27.	540.	58.45	3	40.85	382.46	18.39	»
» 28.	541.	0 55 58.75	3	0 55 40.54	382.50	0 49 18.04	»
» 29.	542.	59.85	3	41.35	382.53	18.82	»
Aug. 2.	543.	56 1.95	3	40.71	382.64	18.07	»
» 3.	544.	3.60	3	42.10	382.70	19.40	»
» 4.	545.	4.50	3	42.10	382.73	19.37	»
» 5.	546.	0 56 6.15	3	0 55 43.48	382.76	0 49 20.72	»
» 7.	547.	4.05	3	39.93	382.90	17.02	»
» 8.	548.	7.25	3	42.85	382.94	19.91	»
» 16.	549.	9.70	3	40.51	383.24	17.27	»
Sept. 1.	550.	16.80	3	40.76	383.83	17.03	»
» 2.	551.	0 56 17.15	3	0 55 41.94	383.87	0 49 18.07	»
» 13.	552.	23.84	3	43.99	384.34	19.65	Bessel
» 15.	553.	23.86	3	43.45	384.42	19.03	»
» 21.	554.	24.78	3	43.20	384.66	18.54	»
» 23.	555.	26.48	3	44.60	384.74	19.86	»
» 24.	556.	0 56 26.07	3	0 55 44.03	384.78	0 49 19.25	»
» 24.	557.	27.50	3	45.27	384.72	20.55	Carlini
» 25.	558.	26.15	3	43.86	384.75	19.11	»
» 26.	559.	26.65	3	44.32	384.85	19.47	Bessel
» 27.	560.	28.77	3	46.30	384.89	21.41	»

Nr.	Bedingungs-Gleichungen.						
521.	− 9″.14	+ *da*	+ 30″.89 *mP*	− 5″.31 *μA*	+ 3″.66 *νN*	+ 1″.81 *π*	= 0
522.	− 8.58		+ 30.90	− 4.59	+ 3.64	+ 1.81	
523.	− 5.69		+ 30.91	− 3.38	+ 3.59	+ 1.80	
524.	− 1.53		+ 30.91	− 2.84	+ 3.62	+ 1.80	
525.	− 7.87		+ 30.90	− 2.16	+ 3.58	+ 1.80	
526.	− 0.02	+ *da*	+ 30.81 *mP*	− 2.48 *μA*	+ 3.60 *νN*	+ 1.80 *π*	= 0
527.	− 8.39		+ 30.91	− 1.45	+ 3.56	+ 1.80	
528.	− 1.41		+ 30.81	− 1.78	+ 3.58	+ 1.80	
529.	− 1.03		+ 30.82	− 0.73	+ 3.55	+ 1.79	
530.	− 9.35		+ 30.91	− 0.74	+ 3.54	+ 1.80	
531.	− 10.97	+ *da*	+ 30.91 *mP*	− 0.04 *μA*	+ 3.52 *νN*	+ 1.79 *π*	= 0
532.	− 10.11		+ 30.91	+ 0.31	+ 3.50	+ 1.79	
533.	− 4.40		+ 30.91	+ 0.33	+ 3.50	+ 1.79	
534.	− 2.86		+ 30.92	+ 5.79	+ 3.33	+ 1.75	
535.	− 1.79		+ 30.90	+ 7.35	+ 3.33	+ 1.72	
536.	− 2.56	+ *da*	+ 30.90 *mP*	+ 7.68 *μA*	+ 3.31 *νN*	+ 1.71 *π*	= 0
537.	− 1.56		+ 30.90	+ 8.04	+ 3.29	+ 1.70	
538.	− 0.79		+ 30.91	+ 11.10	+ 3.21	+ 1.68	
539.	− 1.01		+ 30.91	+ 11.49	+ 3.19	+ 1.62	
540.	− 1.39		+ 30.93	+ 13.83	+ 3.13	+ 1.61	
541.	− 1.04	+ *da*	+ 30.93 *mP*	+ 14.51 *μA*	+ 3.11 *νN*	+ 1.61 *π*	= 0
542.	− 1.82		+ 30.94	+ 14.84	+ 3.09	+ 1.60	
543.	− 1.07		+ 30.94	+ 17.78	+ 3.02	+ 1.53	
544.	− 2.40		+ 30.95	+ 18.09	+ 2.99	+ 1.53	
545.	− 2.37		+ 30.95	+ 19.04	+ 2.97	+ 1.50	
546.	− 3.72	+ *da*	+ 30.95 *mP*	+ 19.35 *μA*	+ 2.95 *νN*	+ 1.44 *π*	= 0
547.	− 0.02		+ 30.96	+ 20.91	+ 2.91	+ 1.41	
548.	− 2.91		+ 30.97	+ 21.23	+ 2.89	+ 1.41	
549.	− 0.27		+ 30.99	+ 26.48	+ 2.73	+ 1.25	
550.	− 0.03		+ 31.03	+ 34.14	+ 2.41	+ 0.90	
551.	− 1.07	+ *da*	+ 31.03 *mP*	+ 34.35 *μA*	+ 2.39 *νN*	+ 0.87 *π*	= 0
552.	− 2.65		+ 31.06	+ 38.52	+ 2.14	+ 0.59	
553.	− 2.03		+ 31.07	+ 38.95	+ 2.07	+ 0.53	
554.	− 1.54		+ 31.08	+ 40.53	+ 1.99	+ 0.34	
555.	− 2.86		+ 31.09	+ 40.89	+ 1.95	+ 0.27	
556.	− 2.22	+ *da*	+ 31.09 *mP*	+ 41.08 *μA*	+ 1.93 *νN*	+ 0.25 *π*	= 0
557.	− 3.55		+ 31.09	+ 41.25	+ 1.95	+ 0.22	
558.	− 2.11		+ 31.09	+ 41.34	+ 1.93	+ 0.19	
559.	− 2.47		+ 31.10	+ 41.42	+ 1.89	+ 0.19	
560.	− 4.41		+ 31.10	+ 41.58	+ 1.88	+ 0.14	

Jahr und Tag der Beobachtung.	Nr.	Beobachtete AR. des Polarsterns.	Anzahl der Beob.	Mittlere AR. des Polarsterns.	Praecession bis 1785.	Mittlere AR. des Polarsterns für 1785 Jan. 1.	Beobachter.
		h ′ ″		h ′ ″	″	h ′ ″	
1814. Sept. 28.	561.	0 56 24.75	3	0 55 42.13	384.93	0 49 17.28	Bessel
Oct. 6.	562.	29.70	3	46.53	385.28	21.30	»
» 9.	563.	30.13	9	47.00	385.35	21.65	Lindenau
» 14.	564.	27.73	3	44.88	385.53	19.35	Bessel
» 17.	565.	28.89	3	46.26	385.65	20.61	»
» 19.	566.	0 56 29.98	7	0 55 47.34	385.73	0 49 21.61	Lindenau
Nov. 1.	567.	26.81	3	47.09	386.25	20.84	Bessel
» 2.	568.	27.54	3	48.06	386.29	21.77	»
» 3.	569.	26.00	3	46.82	386.33	20.49	»
» 4.	570.	23.77	3	44.96	386.36	18.60	»
» 16.	571.	0 56 22.35	3	0 55 48.67	386.64	0 49 22.00	Carlini
» 17.	572.	23.00	3	49.56	386.79	22.77	»
» 19.	573.	19.93	3	47.26	386.86	20.40	Bessel
» 24.	574.	20.20	3	50.28	387.06	23.22	Carlini
» 25.	575.	18.90	3	49.26	387.09	22.17	»
» 26.	576.	0 56 15.15	3	0 55 46.05	387.13	0 49 18.92	»
» 27.	577.	15.15	3	46.59	387.17	19.42	»
» 28.	578.	17.15	3	49.43	387.23	22.20	»
» 29.	579.	17.95	3	50.53	387.27	23.26	»
Dec. 2.	580.	15.08	3	49.70	387.39	22.31	Bessel
» 6.	581.	0 56 12.70	3	0 55 50.11	387.58	0 49 22.53	Carlini
» 7.	582.	11.15	3	48.89	387.62	21.27	»
» 21.	583.	2.43	3	50.10	388.08	22.02	Bessel
» 24.	584.	55 58.57	3	47.79	388.20	19.59	»
1815. Jan. 1.	585.	52.04	3	47.84	388.54	19.30	»
» 2.	586.	0 55 51.69	3	0 55 48.26	388.58	0 49 19.68	»
» 4.	587.	50.86	3	49.16	388.66	20.50	»
» 24.	588.	37.32	4	50.52	389.49	21.03	Struve
» 25.	589.	36.74	4	50.33	389.50	20.83	»
» 31.	590.	29.75	4	49.17	389.70	19.47	Lindenau
Febr. 1.	591.	0 55 29.57	3	0 55 49.00	389.73	0 49 19.27	»
» 8.	592.	25.56	4	49.60	390.05	19.55	Struve
» 10.	593.	23.76	4	49.14	390.10	19.04	»
» 14.	594.	23.46	4	51.49	390.26	21.23	»
» 20.	595.	20.40	3	52.48	390.41	22.07	Carlini
» 21.	596.	0 55 20.80	3	0 55 53.18	390.45	0 49 22.73	Carlini
» 21.	597.	18.31	4	50.39	390.52	19.87	Struve
» 22.	598.	18.60	3	51.80	390.49	21.31	Carlini
» 25.	599.	16.25	3	51.04	390.60	20.44	»
» 26.	600.	17.05	3	52.11	390.63	21.48	»

Nr.	Bedingungs-Gleichungen.						
561.	− 0.″28	+ da	+ 31.″10 mP	+ 41.″75 μA	+ 1.″86 νN	+ 0.″13 π	= 0
562.	− 4.30		+ 31.12	+ 42.72	+ 1.67	− 0.13	
563.	− 4.65		+ 31.13	+ 42.45	+ 1.64	− 0.22	
564.	− 2.35		+ 31.16	+ 42.18	+ 1.59	− 0.37	
565.	− 3.61		+ 31.20	+ 42.27	+ 1.48	− 0.47	
566.	− 4.61	+ da	+ 31.17 mP	+ 42.10 μA	+ 1.47 νN	− 0.53 π	= 0
567.	− 3.84		+ 31.22	+ 39.06	+ 1.16	− 0.90	
568.	− 4.77		+ 31.22	+ 38.81	+ 1.14	− 0.93	
569.	− 3.49		+ 31.22	+ 38.50	+ 1.12	− 0.96	
570.	− 1.60		+ 31.23	+ 38.10	+ 1.10	− 0.98	
571.	− 5.00	+ da	+ 31.23 mP	+ 32.75 μA	+ 0.88 νN	− 1.30 π	= 0
572.	− 5.77		+ 31.23	+ 32.51	+ 0.86	− 1.33	
573.	− 3.40		+ 31.27	+ 31.73	+ 0.80	− 1.38	
574.	− 6.22		+ 31.25	+ 28.90	+ 0.71	− 1.41	
575.	− 5.17		+ 31.26	+ 28.62	+ 0.69	− 1.41	
576.	− 1.92	+ da	+ 31.26 mP	+ 28.07 μA	+ 0.67 νN	− 1.44 π	= 0
577.	− 2.42		+ 31.26	+ 27.51	+ 0.66	− 1.51	
578.	− 5.20		+ 31.27	+ 26.63	+ 0.64	− 1.55	
579.	− 6.26		+ 31.27	+ 26.33	+ 0.62	− 1.56	
580.	− 5.31		+ 31.31	+ 24.30	+ 0.53	− 1.61	
581.	− 5.53	+ da	+ 31.29 mP	+ 21.42 μA	+ 0.47 νN	− 1.66 π	= 0
582.	− 4.27		+ 31.29	+ 21.10	+ 0.45	− 1.67	
583.	− 5.02		+ 31.36	+ 11.22	+ 0.15	− 1.79	
584.	− 2.59		+ 31.37	+ 9.71	+ 0.09	− 1.79	
585.	− 2.30		+ 31.39	+ 3.28	− 0.07	− 1.80	
586.	− 2.68	+ da	+ 31.40 mP	+ 2.53 μA	− 0.09 νN	− 1.79 π	= 0
587.	− 3.50		+ 31.40	+ 0.84	− 0.12	− 1.79	
588.	− 4.03		+ 31.47	− 13.30	− 0.54	− 1.67	
589.	− 3.83		+ 31.47	− 13.65	− 0.56	− 1.61	
590.	− 2.47		+ 31.49	− 18.50	− 0.69	− 1.53	
591.	− 2.27	+ da	+ 31.50 mP	− 19.16 μA	− 0.71 νN	− 1.51 π	= 0
592.	− 2.55		+ 31.52	− 23.38	− 0.82	− 1.37	
593.	− 2.04		+ 31.52	− 24.61	− 0.86	− 1.34	
594.	− 4.23		+ 31.53	− 27.01	− 0.97	− 1.23	
595.	− 5.07		+ 31.49	− 30.70	− 1.09	− 1.07	
596.	− 5.73	+ da	+ 31.49 mP	− 30.96 μA	− 1.11 νN	− 1.06 π	= 0
597.	− 2.87		+ 31.55	− 30.84	− 1.09	− 1.09	
598.	− 4.31		+ 31.49	− 31.71	− 1.13	− 1.04	
599.	− 3.44		+ 31.51	− 33.15	− 1.19	− 0.96	
600.	− 4.48		+ 31.51	− 33.38	− 1.21	− 0.93	

Jahr und Tag der Beobachtung.	Nr.	Beobachtete AR. des Polarsterns.	Anzahl der Beob.	Mittlere AR. des Polarsterns.	Praecession bis 1785.	Mittlere AR. des Polarsterns für 1785 Jan. 1.	Beobachter.
		h ′ ″		h ′ ″	″	h ′ ″	
1815. Febr. 26.	601.	0 55 17.21	4	0 55 52.16	390.71	0 49 21.44	Struve
» 27.	602.	18.98	9	53.53	390.74	22.79	Lindenau
März 2.	603.	16.64	8	52.87	390.86	20.01	»
» 2.	604.	14.94	4	51.82	390.84	20.98	Struve
» 3.	605.	16.24	6	52.95	390.87	22.03	Lindenau
» 4.	606.	0 55 15.26	6	0 55 52.05	390.94	0 49 21.11	»
» 6.	607.	15.04	7	52.70	391.03	21.67	»
» 7.	608.	14.86	6	52.64	391.06	21.58	»
» 18.	609.	11.35	3	54.43	391.46	22.97	Carlini
» 19.	610.	10.95	3	54.33	391.51	22.82	»
» 19.	611.	0 55 10.10	4	0 55 53.21	391.48	0 49 21.73	Struve
» 20.	612.	10.85	8	53.35	391.53	21.81	Lindenau
» 20.	613.	9.70	3	53.19	391.54	21.65	Carlini
» 21.	614.	5.85	3	49.65	391.58	18.07	»
» 21.	615.	10.22	7	52.87	391.60	21.27	Lindenau
» 22.	616.	0 55 8.29	4	0 55 51.98	391.62	0 49 20.36	Bessel
» 24.	617.	6.85	3	51.17	391.61	19.56	Carlini
» 28.	618.	6.14	3	51.11	391.83	19.28	»
» 29.	619.	7.31	4	52.40	391.89	20.51	Struve
» 30.	620.	7.42	4	52.56	391.92	20.64	»
» 30.	621.	0 55 9.10	4	0 55 54.16	391.91	0 49 22.25	Bessel
» 30.	622.	10.84	3	55.94	391.91	24.03	Piazzi
» 31.	623.	6.36	3	51.55	391.93	19.63	»
» 31.	624.	7.05	4	52.28	391.94	20.33	Struve
Apr. 1.	625.	8.04	3	53.89	391.96	21.93	Piazzi
» 1.	626.	0 55 7.17	4	0 55 52.51	391.97	0 49 20.54	Bessel
» 2.	627.	6.80	4	52.20	392.01	20.19	»
» 2.	628.	7.85	3	53.17	392.01	21.16	Piazzi
» 3.	629.	6.46	3	51.84	392.04	19.80	»
« 4.	630.	6.80	3	52.20	392.08	20.12	»
» 4.	631.	0 55 6.00	4	0 55 51.44	392.09	0 49 19.35	Struve
» 5.	632.	7.00	4	52.24	392.12	20.12	Piazzi
» 7.	633.	6.00	4	51.50	392.19	19.31	Struve
» 9.	634.	6.33	4	51.78	392.29	19.49	»
» 9.	635.	7.43	4	52.59	392.30	20.29	Bessel
» 9.	636.	0 55 6.38	5	0 55 51.86	392.30	0 49 19.56	Lindenau
» 10.	637.	6.63	3	51.87	392.34	19.53	»
» 10.	638.	6.11	4	51.52	392.33	19.19	Struve
» 11.	639.	6.24	4	51.56	392.38	19.18	»
» 11.	640.	7.45	3	52.74	392.38	20.36	Bessel

Nr.	Bedingungs-Gleichungen.						
601.	− 4.″44	+ *da*	+ 31.″56 *mP*	− 33.″29 *μA*	− 1.″20 *νN*	− 0.″93 *π*	= 0
602.	− 5.79		+ 31.57	− 33.82	− 1.23	− 0.90	
603.	− 5.01		+ 31.58	− 35.34	− 1.29	− 0.82	
604.	− 3.98		+ 31.58	− 35.22	− 1.29	− 0.82	
605.	− 5.03		+ 31.59	− 35.74	− 1.30	− 0.80	
606.	− 4.11	+ *da*	+ 31.60 *mP*	− 35.94 *μA*	− 1.33 *νN*	− 0.76 *π*	= 0
607.	− 4.67		+ 31.61	− 37.08	− 1.39	− 0.70	
608.	− 4.58		+ 31.61	− 37.19	− 1.40	− 0.67	
609.	− 5.97		+ 31.57	− 40.54	− 1.61	− 0.32	
610.	− 5.82		+ 31.57	− 40.80	− 1.63	− 0.29	
611.	− 4.73	+ *da*	+ 31.63 *mP*	− 40.55 *μA*	− 1.63 *νN*	− 0.34 *π*	= 0
612.	− 4.81		+ 31.64	− 40.89	− 1.65	− 0.28	
613.	− 4.65		+ 31.57	− 40.89	− 1.65	− 0.27	
614.	− 1.07		+ 31.58	− 41.17	− 1.67	− 0.22	
615.	− 4.27		+ 31.64	− 41.00	− 1.67	− 0.25	
616.	− 3.36	+ *da*	+ 31.64 *mP*	− 41.04 *μA*	− 1.68 *νN*	− 0.22 *π*	= 0
617.	− 2.56		+ 31.58	− 41.61	− 1.73	− 0.15	
618.	− 2.28		+ 31.60	− 42.16	− 1.81	− 0.00	
619.	− 3.51		+ 31.65	− 42.25	− 1.84	+ 0.02	
620.	− 3.64		+ 31.65	− 42.30	− 1.85	+ 0.04	
621.	− 5.25	+ *da*	+ 31.65 *mP*	− 42.28 *μA*	− 1.85 *νN*	+ 0.03 *π*	= 0
622.	− 7.03		+ 31.65	− 42.30	− 1.85	+ 0.03	
623.	− 2.63		+ 31.65	− 42.31	− 1.87	+ 0.02	
624.	− 3.33		+ 31.65	− 42.37	− 1.87	+ 0.06	
625.	− 4.93		+ 31.65	− 42.36	− 1.89	+ 0.09	
626.	− 3.54	+ *da*	+ 31.65 *mP*	− 42.35 *μA*	− 1.89 *νN*	+ 0.10 *π*	= 0
627.	− 3.19		+ 31.65	− 42.42	− 1.91	+ 0.15	
628.	− 4.16		+ 31.65	− 42.42	− 1.91	+ 0.15	
629.	− 2.80		+ 31.65	− 42.44	− 1.94	+ 0.16	
630.	− 3.12		+ 31.66	− 42.47	− 1.95	+ 0.17	
631.	− 2.35	+ *da*	+ 31.66 *mP*	− 42.48 *μA*	− 1.95 *νN*	+ 0.17 *π*	= 0
632.	− 3.12		+ 31.66	− 42.49	− 1.97	+ 0.21	
633.	− 2.31		+ 31.67	− 42.51	− 2.00	+ 0.25	
634.	− 2.49		+ 31.68	− 42.47	− 2.05	+ 0.31	
635.	− 3.29		+ 31.68	− 42.47	− 2.05	+ 0.31	
636.	− 2.56	+ *da*	+ 31.68 *mP*	− 42.47 *μA*	− 2.05 *νN*	+ 0.34 *π*	= 0
637.	− 2.53		+ 31.69	− 42.45	− 2.07	+ 0.36	
638.	− 2.19		+ 31.69	− 42.44	− 2.07	+ 0.38	
639.	− 2.18		+ 31.69	− 42.31	− 2.11	+ 0.41	
640.	− 3.36		+ 31.69	− 42.31	− 2.10	+ 0.42	

Jahr und Tag der Beobachtung.			Nr.	Beobachtete AR. des Polarsterns.	Anzahl der Beob.	Mittlere AR. des Polarsterns.	Praecession bis 1785.	Mittlere AR. des Polarsterns für 1785 Jan. 1.	Beobachter.
				h ′ ″		h ′ ″	″	h ′ ″	
1815.	Apr.	12.	641.	0 55 8.57	3	0 55 53.78	392.42	0 49 21.36	Bessel
	»	12.	642.	6.78	4	52.01	392.42	19.59	Struve
	»	13.	643.	7.23	4	52.42	392.44	19.98	»
	»	13.	644.	7.52	3	52.64	392.45	20.19	Bessel
	»	15.	645.	8.91	4	53.88	392.52	21.36	Struve
	»	17.	646.	0 55 8.16	3	0 55 52.75	392.60	0 49 20.15	Bessel
	»	23.	647.	8.33	3	51.78	392.84	18.94	»
	»	25.	648.	11.05	3	54.18	392.91	21.27	»
	»	26.	649.	10.82	4	53.78	392.93	20.85	Struve
	»	27.	650.	10.99	4	53.81	392.95	20.86	»
	»	27.	651.	0 55 11.05	3	0 55 53.49	393.02	0 49 19.47	Carlini
	Mai	8.	652.	13.56	3	52.33	393.41	18.92	Bessel
	»	8.	653.	14.90	3	53.43	393.47	19.96	Carlini
	»	9.	654.	17.15	3	55.50	393.51	21.99	»
	»	9.	655.	16.90	3	55.26	393.47	21.79	Bessel
	»	9.	656.	0 55 14.86	3	0 55 53.53	393.47	0 49 20.06	Struve
	»	10.	657.	14.43	6	52.68	393.51	19.17	Lindenau
	»	10.	658.	17.75	3	55.67	393.55	22.12	Carlini
	»	11.	659.	14.55	4	53.38	393.56	19.82	Lindenau
	»	16.	660.	18.07	3	53.37	393.75	19.62	Bessel
	»	17.	661.	0 55 18.27	3	0 55 53.06	393.79	0 49 19.27	»
	»	19.	662.	20.06	3	53.73	393.88	19.85	»
	»	19.	663.	18.82	4	52.89	393.86	19.03	Lindenau
	»	27.	664.	26.10	3	55.69	394.33	21.36	Carlini
	»	28.	665.	25.10	5	54.49	394.21	20.28	Lindenau
	»	29.	666.	0 55 25.67	3	0 55 54.50	394.25	0 49 20.25	»
	»	29.	667.	28.53	3	56.83	394.25	22.58	Bessel
	»	30.	668.	26.33	3	54.81	394.31	20.50	Lindenau
	Juni	1.	669.	30.06	3	56.64	394.36	22.28	Bessel
	»	4.	670.	29.48	5	54.81	394.48	20.33	Lindenau
	»	6.	671.	0 55 32.69	3	0 55 56.51	394.52	0 49 21.99	Bessel
	»	7.	672.	33.77	3	56.95	394.57	22.38	»
	»	11.	673.	35.90	3	56.22	394.72	21.50	»
	»	11.	674.	37.50	3	58.02	394.74	23.28	Carlini
	»	13.	675.	37.00	3	56.20	394.84	21.36	»
	»	13.	676.	0 55 35.03	3	0 55 54.26	394.80	0 49 19.46	Bessel
	»	14.	677.	35.57	3	53.92	394.88	19.04	»
	»	16.	678.	39.67	3	56.72	394.96	21.76	»
	»	16.	679.	37.36	4	55.03	394.96	20.07	Lindenau
	»	17.	680.	39.73	3	56.08	394.99	21.09	Bessel

Nr.	Bedingungs-Gleichungen.						
641.	− 4.36	+ da	+ 31.69 mP	− 42.22 μA	− 2.12 νN	+ 0.46 π	= 0
642.	− 2.59		+ 31.69	− 42.23	− 2.12	+ 0.46	
643.	− 2.98		+ 31.69	− 42.19	− 2.13	+ 0.48	
644.	− 3.19		+ 31.69	− 42.15	− 2.14	+ 0.49	
645.	− 4.36		+ 31.70	− 41.97	− 2.16	+ 0.53	
646.	− 3.15	+ da	+ 31.70 mP	− 41.61 μA	− 2.20 νN	+ 0.62 π	= 0
647.	− 1.94		+ 31.71	− 40.48	− 2.33	+ 0.80	
648.	− 4.27		+ 31.72	− 40.16	− 2.37	+ 0.82	
649.	− 3.85		+ 31.73	− 39.97	− 2.40	+ 0.85	
650.	− 3.86		+ 31.73	− 39.84	− 2.41	+ 0.86	
651.	− 2.47	+ da	+ 31.68 mP	− 39.50 μA	− 2.41 νN	+ 0.87 π	= 0
652.	− 1.92		+ 31.76	− 35.95	− 2.63	+ 1.16	
653.	− 2.96		+ 31.71	− 35.72	− 2.64	+ 1.16	
654.	− 4.99		+ 31.71	− 35.53	− 2.66	+ 1.17	
655.	− 4.79		+ 31.76	− 35.55	− 2.65	+ 1.18	
656.	− 3.06	+ da	+ 31.77 mP	− 35.53 μA	− 2.66 νN	+ 1.18 π	= 0
657.	− 2.17		+ 31.77	− 35.43	− 2.68	+ 1.18	
658.	− 5.12		+ 31.71	− 35.13	− 2.67	+ 1.21	
659.	− 2.82		+ 31.77	− 35.03	− 2.70	+ 1.19	
660.	− 2.62		+ 31.78	− 32.57	− 2.80	+ 1.34	
661.	− 2.27	+ da	+ 31.78 mP	− 32.09 μA	− 2.81 νN	+ 1.37 π	= 0
662.	− 2.85		+ 31.79	− 31.02	− 2.84	+ 1.40	
663.	− 2.03		+ 31.79	− 31.46	− 2.87	+ 1.38	
664.	− 4.36		+ 31.76	− 26.98	− 3.03	+ 1.53	
665.	− 3.28		+ 31.81	− 26.79	− 3.04	+ 1.53	
666.	− 3.25	+ da	+ 31.81 mP	− 26.24 μA	− 3.06 νN	+ 1.55 π	= 0
667.	− 5.58		+ 31.81	− 25.74	− 3.06	+ 1.57	
668.	− 3.50		+ 31.81	− 25.10	− 3.11	+ 1.58	
669.	− 5.28		+ 31.82	− 24.05	− 3.13	+ 1.61	
670.	− 3.33		+ 31.82	− 22.70	− 3.23	+ 1.62	
671.	− 4.99	+ da	+ 31.83 mP	− 21.30 μA	− 3.22 νN	+ 1.67 π	= 0
672.	− 5.38		+ 31.84	− 20.66	− 3.24	+ 1.69	
673.	− 4.50		+ 31.85	− 17.82	− 3.32	+ 1.72	
674.	− 6.28		+ 31.80	− 18.01	− 3.32	+ 1.71	
675.	− 4.36		+ 31.81	− 16.69	− 3.36	+ 1.73	
676.	− 2.46	+ da	+ 31.86 mP	− 16.70 μA	− 3.35 νN	+ 1.74 π	= 0
677.	− 2.04		+ 31.86	− 15.86	− 3.37	+ 1.75	
678.	− 4.76		+ 31.87	− 14.55	− 3.40	+ 1.76	
679.	− 3.07		+ 31.87	− 15.13	− 3.43	+ 1.76	
680.	− 4.09		+ 31.87	− 13.85	− 3.43	+ 1.78	

Jahr und Tag der Beobachtung	Nr.	Beobachtete AR. des Polarsterns.	Anzahl der Beob.	Mittlere AR. des Polarsterns.	Praecession bis 1785.	Mittlere AR. des Polarsterns für 1785 Jan. 1.	Beobachter.
		h ′ ″		h ′ ″	″	h ′ ″	
1815. Juni 18.	681.	0 55 40.65	3	0 55 56.64	395.03	0 49 21.61	Carlini
» 19.	682.	38.77	4	54.47	395.06	19.41	Lindenau
» 20.	683.	41.24	3	55.64	395.10	20.54	Bessel
» 24.	684.	45.90	3	57.85	395.22	22.63	Carlini
» 25.	685.	45.35	3	56.95	395.29	21.66	»
» 25.	686.	0 55 44.49	3	0 55 55.50	395.30	0 49 20.20	Bessel
» 26.	687.	44.55	3	55.45	395.33	20.12	Carlini
» 29.	688.	48.31	3	56.79	395.44	21.35	Bessel
» 30.	689.	48.50	3	56.31	395.48	20.83	»
Juli 1.	690.	48.84	5	56.23	395.49	20.74	Lindenau
» 1.	691.	0 55 46.65	3	0 55 53.95	395.55	0 49 18.40	Carlini
» 4.	692.	50.81	6	56.16	395.58	20.58	Lindenau
» 11.	693.	55.80	3	56.16	395.89	20.27	Bessel
Aug. 14.	694.	0 56 14.55	3	54.26	397.24	17.02	Carlini
» 15.	695.	15.45	3	54.80	397.27	17.53	»
» 29.	696.	0 56 25.20	3	0 55 57.71	397.60	0 49 20.11	Bessel
Sept. 13.	697.	30.41	5	57.96	398.27	19.69	Lindenau
» 21.	698.	32.63	3	58.19	398.68	19.51	Bessel
» 23.	699.	31.37	3	56.72	398.72	18.00	»
» 24.	700.	33.36	3	58.42	398.80	19.62	»
» 25.	701.	0 56 35.96	3	0 55 60.87	398.84	0 49 22.03	»
» 28.	702.	35.92	5	60.64	398.89	21.75	Piazzi
» 29.	703.	35.02	6	59.62	398.94	20.68	»
» 30.	704.	37.02	5	61.59	398.97	22.62	»
Oct. 1.	705.	34.95	6	59.28	399.01	20.27	Lindenau
» 1.	706.	0 56 34.65	3	0 55 58.94	399.03	0 49 19.91	Bessel
» 3.	707.	35.13	5	59.37	399.07	20.30	Lindenau
» 4.	708.	35.51	3	59.66	399.11	20.55	Bessel
» 5.	709.	39.21	4	63.44	399.16	24.28	Piazzi
» 6.	710.	38.25	4	62.42	399.19	23.23	»
» 6.	711.	0 56 35.87	5	0 55 59.93	399.19	0 49 20.74	Lindenau
» 7.	712.	35.24	4	59.42	399.23	20.19	Piazzi
» 8.	713.	35.19	3	59.27	399.28	19.99	Bessel
» 10.	714.	34.31	6	58.41	399.32	19.13	Lindenau
» 11.	715.	34.87	4	59.01	399.35	19.66	»
» 12.	716.	0 56 35.74	3	0 55 59.90	399.38	0 49 20.52	»
» 18.	717.	36.01	5	60.74	399.60	21.14	»
» 20.	718.	35.16	3	60.12	399.72	20.40	Bessel
» 21.	719.	34.38	3	59.53	399.77	19.76	»
» 23.	720.	35.42	3	60.85	399.87	20.99	»

Nr.	Bedingungs-Gleichungen.										
681.	− 4.61″	+ da	+ 31.83″	mP	− 13.44″	μA	− 3.47″	vN	+ 1.77″	π	= 0
682.	− 2.41		+ 31.87		− 13.14		− 3.49		+ 1.77		
683.	− 3.54		+ 31.88		− 11.85		− 3.50		+ 1.79		
684.	− 5.63		+ 31.85		− 9.35		− 3.58		+ 1.80		
685.	− 4.66		+ 31.85		− 8.98		− 3.60		+ 1.80		
686.	− 3.20	+ da	+ 31.89	mP	− 8.41	μA	− 3.59	vN	+ 1.80	π	= 0
687.	− 3.12		+ 31.86		− 8.27		− 3.62		+ 1.80		
688.	− 4.35		+ 31.91		− 5.81		− 3.67		+ 1.81		
689.	− 3.83		+ 31.91		− 5.11		− 3.69		+ 1.81		
690.	− 3.74		+ 31.91		− 4.66		− 3.73		+ 1.81		
691.	− 1.40	+ da	+ 31.91	mP	− 4.64	μA	− 3.66	vN	+ 1.81	π	= 0
692.	− 3.58		+ 31.92		− 2.54		− 3.79		+ 1.80		
693.	− 3.27		+ 31.94		+ 2.62		− 3.91		+ 1.78		
694.	− 0.02		+ 32.03		+ 24.83		− 4.60		+ 1.32		
695.	− 0.53		+ 32.03		+ 25.23		− 4.62		+ 1.30		
696.	− 3.11	+ da	+ 31.99	mP	+ 32.75	μA	− 4.88	vN	+ 0.96	π	= 0
697.	− 2.69		+ 32.14		+ 38.56		− 5.21		+ 0.53		
698.	− 2.51		+ 32.15		+ 40.71		− 5.33		+ 0.28		
699.	− 1.00		+ 32.15		+ 40.98		− 5.37		+ 0.25		
700.	− 2.62		+ 32.16		+ 41.30		− 5.39		+ 0.19		
701.	− 5.03	+ da	+ 32.16	mP	+ 41.47	μA	− 5.40	vN	+ 0.14	π	= 0
702.	− 4.75		+ 32.17		+ 41.76		− 5.48		+ 0.06		
703.	− 3.68		+ 32.17		+ 41.89		− 5.49		+ 0.05		
704.	− 5.62		+ 32.17		+ 41.95		− 5.51		− 0.02		
705.	− 3.27		+ 32.18		+ 42.23		− 5.56		− 0.03		
706.	− 2.91	+ da	+ 32.18	mP	+ 42.24	μA	− 5.55	vN	− 0.03	π	= 0
707.	− 3.30		+ 32.19		+ 42.36		− 5.60		− 0.06		
708.	− 3.55		+ 32.19		+ 42.44		− 5.60		− 0.13		
709.	− 7.28		+ 32.19		+ 42.45		− 5.61		− 0.14		
710.	− 6.23		+ 32.19		+ 42.46		− 5.63		− 0.15		
711.	− 3.74	+ da	+ 32.19	mP	+ 42.47	μA	− 5.65	vN	− 0.17	π	= 0
712.	− 3.19		+ 32.19		+ 42.48		− 5.66		− 0.19		
713.	− 2.99		+ 32.19		+ 42.50		− 5.67		− 0.25		
714.	− 2.13		+ 32.20		+ 42.55		− 5.73		− 0.31		
715.	− 2.66		+ 32.20		+ 42.54		− 5.75		− 0.34		
716.	− 3.52	+ da	+ 32.21	mP	+ 42.54	μA	− 5.77	vN	− 0.35	π	= 0
717.	− 4.14		+ 32.23		+ 41.98		− 5.89		− 0.56		
718.	− 3.40		+ 32.23		+ 41.74		− 5.90		− 0.59		
719.	− 2.76		+ 32.23		+ 41.55		− 5.92		− 0.62		
720.	− 3.99		+ 32.24		+ 41.26		− 5.96		− 0.67		

Jahr und Tag der Beobachtung.	Nr.	Beobachtete AR. des Polarsterns.	Anzahl der Beob.	Mittlere AR. des Polarsterns.	Praecession bis 1785.	Mittlere AR. des Polarsterns für 1785 Jan. 1.	Beobachter.
1815. Oct. 24.	721.	0h 56′ 34″.92	3	0h 56′ 0″.54	399″.92	0h 49′ 20″.62	Bessel
Nov. 1.	722.	33.24	3	0.75	400.23	20.52	»
» 4.	723.	31.75	4	0.28	400.21	20.07	Lindenau
Dec. 6.	724.	17.85	3	1.88	401.58	20.30	Bessel
» 8.	725.	16.52	3	1.67	401.65	20.02	»
» 9.	726.	0 56 17.41	3	0 56 3.17	401.70	0 49 21.47	»
» 12.	727.	14.53	3	2.69	401.83	20.86	»
» 20.	728.	11.65	3	5.09	402.17	22.92	»
» 23.	729.	6.89	3	2.84	402.26	20.58	Lindenau
» 24.	730.	5.98	3	2.72	402.30	20.42	Bessel
1816. Jan. 2.	731.	0 56 1.12	3	0 56 4.38	402.49	0 49 21.89	»
März 15.	732.	55 17.97	3	7.54	405.38	20.16	»
» 18.	733.	16.54	3	6.94	405.49	21.45	»
» 26.	734.	13.84	3	5.90	405.79	20.11	»
» 28.	735.	14.45	3	6.77	405.87	20.90	»
» 29.	736.	0 55 13.76	3	0 56 6.19	405.90	0 49 20.29	»
Apr. 1.	737.	14.37	3	7.03	406.00	21.03	»
» 2.	738.	14.30	3	7.00	406.04	20.96	»
» 3.	739.	15.85	6	8.60	406.08	22.52	Lindenau
» 4.	740.	15.45	2	8.22	406.12	22.10	»
» 4.	741.	0 55 13.87	3	0 56 6.64	406.12	0 49 20.52	Bessel
» 5.	742.	16.55	4	9.33	406.16	23.17	Lindenau
» 9.	743.	15.71	3	8.42	406.31	22.11	Bessel
» 13.	744.	16.31	3	8.68	406.46	22.22	»
» 16.	745.	17.20	3	9.18	406.57	22.61	»
» 18.	746.	0 55 14.91	3	0 56 6.45	406.64	0 49 19.81	»
» 20.	747.	16.68	3	7.87	406.72	21.15	»
» 21.	748.	18.40	3	9.39	406.77	22.62	»
» 22.	749.	18.75	4	9.63	406.79	22.84	Lindenau
» 23.	750.	16.20	4	6.84	406.83	20.01	»
» 23.	751.	0 55 17.07	3	0 56 7.58	406.83	0 49 20.75	Bessel
» 24.	752.	18.50	5	8.90	406.86	22.04	Lindenau
» 25.	753.	17.71	3	7.76	406.90	20.86	Bessel
» 26.	754.	19.48	3	9.18	406.94	22.24	»
» 26.	755.	18.10	2	8.01	406.94	21.07	Lindenau
» 27.	756.	0 55 18.60	5	0 56 8.22	406.98	0 49 21.24	»
» 28.	757.	21.19	3	10.38	407.01	23.37	Bessel
» 29.	758.	19.27	3	8.16	407.05	21.11	»
» 29.	759.	19.05	4	8.07	407.05	21.02	Lindenau
» 30.	760.	18.40	4	7.12	407.09	20.03	»

Nr.	Bedingungs-Gleichungen.						
721.	− 3.62	+ *da*	+ 32.24 *mP*	+ 41.07 *μA*	− 5.98 *νN*	− 0.70 *π*	= 0
722.	− 3.52		+ 32.24	+ 39.13	− 6.14	− 0.93	
723.	− 3.07		+ 32.27	+ 38.07	− 6.22	− 1.03	
724.	− 3.30		+ 32.36	+ 21.96	− 6.82	− 1.66	
725.	− 3.02		+ 32.37	+ 20.98	− 6.85	− 1.67	
726.	− 4.47	+ *da*	+ 32.37 *mP*	+ 20.37 *μA*	− 6.87 *νN*	− 1.69 *π*	= 0
727.	− 3.86		+ 32.38	+ 17.96	− 6.93	− 1.72	
728.	− 5.92		+ 32.40	+ 12.70	− 7.08	− 1.78	
729.	− 3.58		+ 32.41	+ 10.24	− 7.16	− 1.80	
730.	− 3.42		+ 32.41	+ 9.43	− 7.15	− 1.80	
731.	− 4.89	+ *da*	+ 32.41 *mP*	+ 3.13 *μA*	− 7.36 *νN*	− 1.80 *π*	= 0
732.	− 3.16		+ 32.70	− 39.94	− 8.74	− 0.37	
733.	− 4.45		+ 32.71	− 40.67	− 8.80	− 0.27	
734.	− 3.11		+ 32.73	− 42.13	− 8.94	− 0.03	
735.	− 3.90		+ 32.74	− 42.34	− 8.98	+ 0.03	
736.	− 3.29	+ *da*	+ 32.74 *mP*	− 42.43 *μA*	− 9.00 *νN*	+ 0.06 *π*	= 0
737.	− 4.03		+ 32.75	− 42.62	− 9.05	+ 0.15	
738.	− 3.96		+ 32.75	− 42.65	− 9.07	+ 0.18	
739.	− 5.52		+ 32.75	− 42.68	− 9.09	+ 0.22	
740.	− 5.10		+ 32.76	− 42.69	− 9.11	+ 0.25	
741.	− 3.52	+ *da*	+ 32.76 *mP*	− 42.69 *μA*	− 9.11 *νN*	+ 0.25 *π*	= 0
742.	− 6.17		+ 32.76	− 42.69	− 9.12	+ 0.27	
743.	− 5.11		+ 32.77	− 42.57	− 9.21	+ 0.33	
744.	− 5.22		+ 32.78	− 42.23	− 9.28	+ 0.53	
745.	− 5.61		+ 32.78	− 41.85	− 9.33	+ 0.62	
746.	− 2.81	+ *da*	+ 32.79 *mP*	− 41.43 *μA*	− 9.37 *νN*	+ 0.68 *π*	= 0
747.	− 4.15		+ 32.80	− 41.10	− 9.40	+ 0.73	
748.	− 5.62		+ 32.80	− 40.90	− 9.42	+ 0.76	
749.	− 5.84		+ 32.80	− 40.78	− 9.44	+ 0.78	
750.	− 3.01		+ 32.81	− 40.56	− 9.45	+ 0.81	
751.	− 3.75	+ *da*	+ 32.81 *mP*	− 40.44 *μA*	− 9.45 *νN*	+ 0.83 *π*	= 0
752.	− 5.04		+ 32.81	− 40.33	− 9.47	+ 0.85	
753.	− 3.86		+ 32.81	− 39.98	− 9.49	+ 0.87	
754.	− 5.24		+ 32.81	− 39.66	− 9.51	+ 0.89	
755.	− 4.07		+ 32.81	− 39.65	− 9.51	+ 0.89	
756.	− 4.24	+ *da*	+ 32.82 *mP*	− 39.57 *μA*	− 9.53 *νN*	+ 0.91 *π*	= 0
757.	− 6.37		+ 32.82	− 39.17	− 9.54	+ 0.96	
758.	− 4.11		+ 32.82	− 38.88	− 9.56	+ 0.99	
759.	− 4.02		+ 32.82	− 39.00	− 9.56	+ 0.99	
760.	− 3.03		+ 32.83	− 38.70	− 9.58	+ 0.99	

G 2

Jahr und Tag der Beobachtung.	Nr.	Beobachtete AR. des Polarsterns.	Anzahl der Beob.	Mittlere AR. des Polarsterns.	Praecession bis 1785.	Mittlere AR. des Polarsterns für 1785 Jan. 1.	Beobachter.
		h ′ ″		h ′ ″	″	h ′ ″	
1816. Apr. 30.	761.	0 55 19.46	3	0 56 8.03	407.09	0 49 20.94	Bessel
Mai 2.	762.	20.49	3	8.35	407.16	21.19	»
» 15.	763.	25.95	3	8.70	407.65	21.05	Lindenau
» 16.	764.	25.75	3	8.04	407.69	20.35	»
Juni 30.	765.	55.40	5	10.13	409.60	20.53	»
Juli 1.	766.	0 55 55.25	5	0 56 10.31	409.64	0 49 20.67	»
» 2.	767.	56.40	5	9.74	409.68	20.06	»
» 4.	768.	58.45	3	10.44	409.75	20.69	»
» 20.	769.	56 12.20	5	13.38	410.35	23.03	»
» 21.	770.	11.85	4	12.37	410.38	21.99	»
Aug. 8.	771.	0 56 23.50	5	0 56 12.99	411.13	0 49 21.86	»
» 9.	772.	24.20	6	13.12	411.15	21.97	»
» 11.	773.	22.65	7	10.46	411.22	19.24	»
Sept. 13.	774.	40.70	5	14.72	412.52	22.20	»
» 14.	775.	39.95	9	13.72	412.56	21.16	»
» 15.	776.	0 56 39.55	8	0 56 13.06	412.60	0 49 20.46	»
» 16.	777.	41.30	9	14.57	412.67	21.93	»
» 17.	778.	40.60	8	13.62	412.67	20.95	»
» 20.	779.	44.00	6	16.40	412.79	23.61	»
» 21.	780.	42.50	6	14.71	412.82	21.89	»
Oct. 14.	781.	0 56 42.55	4	0 56 13.45	413.74	0 49 19.71	»
» 15.	782.	42.80	6	13.78	413.78	20.08	»
» 16.	783.	44.80	4	15.87	413.82	22.05	»
» 17.	784.	45.60	3	16.86	413.85	23.01	»
» 22.	785.	42.15	4	14.04	414.04	20.00	»
» 23.	786.	0 56 43.15	6	0 56 15.22	414.08	0 49 21.14	»
» 24.	787.	42.85	4	15.10	414.12	20.98	»
» 25.	788.	44.00	4	16.45	414.15	22.30	»
» 26.	789.	42.80	6	15.45	414.19	21.26	»
» 27.	790.	42.50	4	15.37	414.23	21.14	»
» 28.	791.	0 56 42.45	4	0 56 15.58	414.27	0 49 21.28	»
» 29.	792.	42.30	4	15.68	414.29	21.39	»
Nov. 2.	793.	40.95	7	15.42	414.47	20.95	»
» 3.	794.	41.20	7	15.82	414.50	21.32	»
» 11.	795.	41.05	6	18.28	414.81	23.47	»
» 25.	796.	0 56 36.45	6	0 56 19.70	415.35	0 49 24.35	»
» 27.	797.	30.35	6	15.68	415.43	20.25	»
» 28.	798.	29.55	6	16.16	415.47	20.69	»
Dec. 4.	799.	27.70	7	17.18	415.70	21.48	»
» 5.	800.	28.30	6	18.09	415.75	22.34	»

Nr.	Bedingungs-Gleichungen.						
761.	− 3.94″	+ *da*	+ 32.83″ *mP*	− 38.57″ *μA*	− 9.58″ *νN*	+ 1.01″ *π*	= 0
762.	− 4.19		+ 32.84	− 37.87	− 9.63	+ 1.06	
763.	− 4.05		+ 32.88	− 32.96	− 9.86	+ 1.34	
764.	− 3.35		+ 32.88	− 32.50	− 9.88	+ 1.36	
765.	− 3.53		+ 33.01	− 5.03	− 10.70	+ 1.81	
766.	− 3.67	+ *da*	+ 33.01 *mP*	− 4.34 *μA*	− 10.71 *νN*	+ 1.81 *π*	= 0
767.	− 3.06		+ 33.01	− 3.60	− 10.73	+ 1.81	
768.	− 3.69		+ 33.02	− 2.21	− 10.77	+ 1.80	
769.	− 6.03		+ 33.06	+ 9.09	− 11.05	+ 1.71	
770.	− 4.99		+ 33.07	+ 9.79	− 11.07	+ 1.69	
771.	− 4.86	+ *da*	+ 33.17 *mP*	+ 21.65 *μA*	− 11.40 *νN*	+ 1.42 *π*	= 0
772.	− 4.97		+ 33.17	+ 22.27	− 11.42	+ 1.40	
773.	− 2.24		+ 33.18	+ 23.48	− 11.45	+ 1.36	
774.	− 5.20		+ 33.27	+ 38.82	− 12.02	+ 0.53	
775.	− 4.16		+ 33.27	+ 39.11	− 12.04	+ 0.50	
776.	− 3.46	+ *da*	+ 33.28 *mP*	+ 39.40 *μA*	− 12.05 *νN*	+ 0.47 *π*	= 0
777.	− 4.93		+ 33.28	+ 39.68	− 12.07	+ 0.45	
778.	− 3.95		+ 33.28	+ 39.95	− 12.08	+ 0.41	
779.	− 6.61		+ 33.29	+ 40.67	− 12.14	+ 0.34	
780.	− 4.89		+ 33.29	+ 40.89	− 12.15	+ 0.31	
781.	− 2.71	+ *da*	+ 33.36 *mP*	+ 42.51 *μA*	− 12.54 *νN*	− 0.41 *π*	= 0
782.	− 3.00		+ 33.36	+ 42.46	− 12.56	− 0.44	
783.	− 5.05		+ 33.36	+ 42.37	− 12.57	− 0.48	
784.	− 6.01		+ 33.36	+ 42.26	− 12.67	− 0.50	
785.	− 3.00		+ 33.37	+ 41.54	− 12.69	− 0.65	
786.	− 4.14	+ *da*	+ 33.38 *mP*	+ 41.35 *μA*	− 12.70 *νN*	− 0.67 *π*	= 0
787.	− 3.98		+ 33.38	+ 41.16	− 12.72	− 0.70	
788.	− 5.30		+ 33.38	+ 40.95	− 12.73	− 0.73	
789.	− 4.26		+ 33.39	+ 40.73	− 12.74	− 0.76	
790.	− 4.14		+ 33.40	+ 40.50	− 12.75	− 0.80	
791.	− 4.28	+ *da*	+ 33.40 *mP*	+ 40.26 *μA*	− 12.77 *νN*	− 0.82 *π*	= 0
792.	− 4.39		+ 33.41	+ 40.17	− 12.78	− 0.84	
793.	− 3.95		+ 33.42	+ 38.84	− 12.87	− 0.96	
794.	− 4.32		+ 33.42	+ 38.69	− 12.89	− 0.97	
795.	− 6.47		+ 33.44	+ 35.96	− 13.02	− 1.16	
796.	− 7.35	+ *da*	+ 33.48 *mP*	+ 28.66 *μA*	− 13.25 *νN*	− 1.45 *π*	= 0
797.	− 3.25		+ 33.49	+ 27.54	− 13.28	− 1.51	
798.	− 3.69		+ 33.49	+ 25.25	− 13.30	− 1.53	
799.	− 4.84		+ 33.50	+ 23.29	− 13.38	− 1.62	
800.	− 5.34		+ 33.50	+ 22.98	− 13.40	− 1.63	

Ehe ich auf die Art und Weise übergehe, wie aus diesen 800 Bedingungs-Gleichungen die unbekannten Gröfsen entwickelt wurden, will ich einer vorläufigen Bestimmung der jährlichen Parallaxe des Polaris erwähnen, die bei einer frühern Bearbeitung vorgenommen wurde, wo dieses Element in die Bedingungs-Gleichungen als unbekannte Gröfse nicht mit aufgenommen worden war. Diese Untersuchung hat übrigens jetzt ein nur untergeordnetes Interesse, da bereits alle Astronomen darüber einig sind, dafs die Parallaxe des Polaris unmerklich ist, während früherhin die Meinungen darüber ziemlich getheilt wären, da Piazzi [1] aus Cacciatore's Beobachtungen (*Praecip. stellar. inerr. posit. med.* p. 8) diese Parallaxe zu 1''.31 berechnete. Allein dafs Piazzi späterhin selbst dieses irrige Resultat durch Beobachtungsfehler erklärte, ist den Astronomen eben so bekannt, als dafs Bessel durch eine sorgfältige Erörterung der Bradley'schen Beobachtungen bewies, dafs die Parallaxe des Polaris nur eine ganz unmerkliche sein könne. Allemal blieb es aber auch für mich unerläfslich, diesen Gegenstand einer Untersuchung zu unterwerfen, die auf eine doppelte Art geführt worden ist.

Da die jährlichen Perioden der Parallaxe und Aberration es erlauben, deren Wirkungen von denen der Nutation und einer fehlerhaften AR. des Polaris zu trennen, so versuchte ich es anfangs, jene Gröfsen unabhängig von den andern zu erhalten: werden die beobachteten mittlern geraden Aufsteigungen des Polaris durch Praecession und eigne Bewegung (= 0''.075068 für 1755 nach Bessel) auf einerlei Epoche reducirt und so mit einander verbunden, dafs deren Resultate möglichst gleichartig durch Nutation afficirt werden, so können die Differenzen dieser geraden Aufsteigungen (Praecession und mot. propr. für richtig angenommen) nur Function der Aberration und jährlichen Parallaxe sein, und somit dazu dienen, deren Werthe zu bestimmen. Nennt man AR, (AR) die den beiden Zeitpunkten t, t' entsprechenden mittlern durch die Beobachtungen gegebenen geraden Aufsteigungen des Polaris, a, (a) deren Aberrationen, $1+\mu A$ deren Corrections-Factor, β Praecession und mot. propr. für den Zeitraum von t zu t', π jähr-

[1] Die dortigen Beobachtungen des Polaris scheinen durch Temperatur-Wechsel oder sonst von constanten Fehlern afficirt zu sein; auch an den oben unter Nr. 519. 520. 521. 522. 525. 527. 530. 531. 532 aufgeführten wird ein solcher Einflufs bemerkbar, weshalb ihnen bei der Entwickelung auch nur der halbe Werth gegeben wurde.

liche Parallaxe, b, (b) deren Coefficienten für die Zeiten t, t', so wird man haben

$$(AR) - AR - (t-t')\beta - ((a)-a)\mu A - ((b)-b)\pi = 0; \qquad \text{(A)}$$

sei

$$\text{cotg}\, AR \cos \text{obl.} = \text{tg}\, \psi,$$

so ist

$$b = \frac{\sin AR}{\cos\delta \cos\psi} \cdot \cos(\odot + \psi).$$

Noch bequemer kann man diesen Coefficienten aus den Formeln für Aberration erhalten, wenn man in diesen das Argument um 90° vermehrt und den erhaltenen Werth mit 20″.25 dividirt. Für die numerische Entwickelung der Bedingungs-Gleichung (A) wurden folgende Beobachtungen benutzt:

Epoche der verglichenen Beobachtungen.	mittlerer Zeitraum.	mittlere beobachtete AR. des Polaris.	Praecession und mot. propr.	⊙
		h ′ ″	″	s ° ′
5 Beob. 1763. 28. Mai bis 2. Juni	1763. 412	0 45 12.192	23.075	2 8 41
10 „ 1765. 16. Juli „ 31. Juli	1765. 553	45 36.006	0.152	3 28 47
5 „ 1768. 21. Juni „ 1. „	1768. 489	46 6.250	3.979	3 6 11
7 „ „ 1. Nov. „ 11. Nov.	1768. 851	46 11.503	0.027	7 15 38
4 „ „ 18. „ „ 26. „	1768. 897	46 12.485	5.324	8 1 47
3 „ 1769. 1. Mai „ 28. Mai	1769. 380	46 16.140	0.036	1 28 40
2 „ 1777. 5. Juni „ 7. Juni	1777. 430	47 49.230	5.048	2 15 59
2 „ „ 13. Nov. „ 14. Nov.	1777. 869	47 55.985	0.034	7 21 19
2 „ 1780. 27. Mai „ 28. Mai	1780. 405	48 24.290	16.444	2 7 39
6 „ 1781. 19. Oct. „ 28. Oct.	1781. 810	48 42.282	0.131	7 0 28
6 „ „ 30. „ „ 8. Nov.	1781. 840	48 43.015	1.729	7 10 26
4 „ „ 20. Dec. „ 3. Jan.	1781. 987	48 43.772	0.012	9 5 10
6 „ „ 14. Nov. „ 26. Nov.	1781. 881	48 43.745	5.140	7 26 32
5 „ 1782. 20. Apr. „ 7. Mai	1782. 318	48 46.610	0.034	1 6 17
6 „ „ 30. Oct. „ 13. Nov.	1782. 846	48 52.476	5.556	7 13 12
6 „ 1783. 16. Apr. „ 9. Mai	1783. 316	48 56.930	0.037	1 5 5
4 „ „ 31. Mai „ 5. Juni	1783. 422	49 0.645	4.054	2 12 39
2 „ „ 3. Oct. „ 9. Oct.	1783. 764	49 4.430	0.026	6 13 3
2 „ 1803. 13. Juni „ 22. Juni	1803. 461	53 12.090	2.465	2 25 14
2 „ „ 24. Aug. „ 25. Aug.	1803. 648	53 15.385	0.016	5 1 14
2 „ 1804. 6. Jan. „ 21. Jan.	1804. 035	53 18.200	5.093	9 22 9
2 „ „ 2. Juni „ 3. Juni	1804. 420	53 22.780	0.032	2 11 37

Epoche der verglichenen Beobachtungen.	mittlerer Zeitraum.	mittlere beobachtete AR. des Polaris.	Praecession und mot. propr.	⊙
7 Beob. 1805. 24. Mai bis 1. Juni	1805. 406	0h 53′ 34″.313	6″.054	2s 6° 36′
4 „ „ 2. Nov. „ 18. Nov.	1805. 860	53 41.133	0.038	7 17 39
3 „ 1810. 31. Mai „ 2. Juni	1810. 416	54 42.693	4.730	2 10 13
5 „ „ 3. Oct. „ 7. Oct.	1810. 761	54 47.174	0.029	6 11 32
10 „ 1811. 10. Mai „ 17. Mai	1811. 366	54 56.851	7.420	1 22 42
4 „ „ 22. Nov. „ 5. Dec.	1811. 904	55 4.654	0.047	8 3 20
4 „ „ 16. Juni „ 21. Juni	1811. 463	54 58.797	11.297	2 26 15
5 „ 1812. 25. März „ 22. Apr.	1812. 281	55 8.716	0.071	0 22 23
7 „ „ 1. Juni „ 20. Juni	1812. 449	55 12.891	5.076	2 22 12
6 „ „ 4. Oct. „ 6. Nov.	1812. 815	55 18.450	0.032	7 1 54
8 „ „ 20. Nov. „ 26. „	1812. 896	55 18.387	7.510	8 1 4
7 „ 1813. 1. Juni „ 14. Juni	1813. 436	55 25.747	0.047	2 17 11
9 „ 1814. 9. Apr. „ 20. Apr.	1814. 286	55 38.383	2.170	0 23 51
6 „ „ 7. Juni „ 14. Juni	1814. 441	55 40.762	0.014	2 18 51
3 „ „ 3. Juli „ 16. Juli	1814. 521	55 42.170	3.704	3 16 31
7 „ „ 6. Oct. „ 19. Oct.	1814. 785	55 45.454	0.023	6 20 28
4 „ „ 1. Nov. „ 4. Nov.	1814. 840	55 46.483	4.679	7 10 25
5 „ 1815. 2. März „ 7. März	1815. 173	55 52.632	0.029	11 13 3
4 „ „ 20. „ „ 10. Apr.	1815. 245	55 51.838	2.874	0 9 52
3 „ „ 4. Juni „ 19. Juni	1815. 449	55 54.770	0.018	2 21 30

Werden diese Beobachtungen nach der oben gegebenen Formel (A) behandelt, so ergeben sich zur Bestimmung von μA und π folgende Bedingungs-Gleichungen:

$$+ 8''.8 - 457''.3\,\mu A - 3''.41\,\pi = 0$$
$$+ 18.8 - 523.7 \quad + 42.03 \quad = 0$$
$$- 25.6 + 745.9 \quad - 40.42 \quad = 0$$
$$+ 25.7 - 683.2 \quad + 43.45 \quad = 0$$
$$+ 22.8 - 880.6 \quad + 31.46 \quad = 0$$
$$- 14.6 + 430.9 \quad + 15.11 \quad = 0$$
$$- 34.2 + 947.7 \quad - 30.60 \quad = 0$$
$$- 17.1 + 1035.6 \quad - 24.77 \quad = 0$$
$$- 4.1 - 872.4 \quad + 24.40 \quad = 0$$
$$+ 12.5 - 651.1 \quad - 7.88 \quad = 0$$
$$- 8.1 + 252.4 \quad - 55.66 \quad = 0$$
$$+ 11.0 - 897.6 \quad + 40.71 \quad = 0$$

$$
\begin{array}{rrrr}
-\ 4\overset{''}{.}2 & -\ 983\overset{''}{.}6\ \mu A & +\ 23\overset{''}{.}71\ \pi & = 0 \\
+\ 5.1 & -\ 918.3 & +\ 42.38 & = 0 \\
-\ 21.8 & +\ 829.0 & +\ 25.50 & = 0 \\
+\ 6.8 & -\ 850.6 & +\ 37.87 & = 0 \\
-\ 3.0 & +\ 736.7 & -\ 50.19 & = 0 \\
+\ 3.0 & -\ 347.1 & -\ 23.37 & = 0 \\
-\ 6.0 & -\ 617.7 & +\ 31.31 & = 0 \\
+\ 21.6 & -1117.1 & +\ 3.29 & = 0 \\
+\ 0.9 & -\ 379.3 & -\ 31.76 & = 0
\end{array}
$$

Nach der Methode der kleinsten Quadrate werden daraus folgende zwei Final-Gleichungen abgeleitet:

$$
\begin{array}{rrrr}
-152255 & +10086050\ \mu A & -200517\ \pi & = 0 \\
+\ 2820 & -\ 200517\ \mu A & +\ 19284\ \pi & = 0
\end{array}
$$

und hieraus

$$
\begin{aligned}
\mu A &= +\ 0.011452 \\
\pi &= 0\overset{''}{.}0272 \text{ im Bogen,}
\end{aligned}
$$

Werthe, die, wie man weiterhin sehen wird, sehr gut mit denen stimmen, die aus dem Complex aller 800 Beobachtungen erhalten werden.

Da es allzu mühevoll und zeitraubend gewesen sein würde, sämmtliche oben erhaltene fünf unbekannte Gröfsen enthaltende Bedingungs-Gleichungen einzeln nach der Methode der kleinsten Quadrate zu behandeln, so wurden jene achthundert in zweiunddreifsig Final-Gleichungen zusammengefafst; um aber bei diesen Summationen und bei der darauf zu begründenden Entwickelung aller unbekannten Gröfsen dem Geist jener Methode nicht entgegen zu handeln, wurde, auf Anrathen von Gaufs, folgendes Verfahren dabei in Anwendung gebracht. Werden nemlich die Resultate mehrerer Gleichungen in eine vereinigt, so kann die Methode der kleinsten Quadrate auf solche Aggregate von Gleichungen nur dann mit gehöriger Consequenz angewendet werden, wenn die Coefficienten der unbekannten Gröfsen in allen einzelnen ein Aggregat bildenden Bedingungs-Gleichungen nahe dieselbe Gröfse, und in jedem Falle, gleiche Zeichen haben. Für die vorliegende Entwickelung schreiten die Coefficienten von da, mP und νN theils constant, theils periodisch mit dem Mondsknoten-Umlauf fort, und die Erfüllung der vorerwähnten Bedingung hatte, hinsichtlich dieser drei Unbekannten, bei Formation der 32 Final-Gleichungen nicht die mindeste Schwie-

rigkeit. Allein da die Coefficienten von μA und π in jährlichen Perioden ab- und zunehmen und die Zeichen verändern, so konnte für diese Gröfsen die Bedingung gleicher und gleichartiger Coefficienten gleichzeitig mit denen für da, mP und νN nicht erhalten werden. Darum wurde es nothwendig, aus sämmtlichen 800 Bedingungs-Gleichungen zwei Systeme zu bilden; einmal eine Reihe von 32 Gleichungen von der Form

$$\text{I.}\quad 0 = m + a.da + b.mP + c.\nu N + d.\mu A + e.\pi$$

zur Bestimmung von da, mP und νN, und dann eine andere Reihe von der Form

$$\text{II.}\quad 0 = M + A.da + B.mP + C.\nu N + D.\mu A + E.\pi$$

zur Bestimmung von μA und π.

War nun nach der Gaufs'schen Methode aus den Gleichungen I. folgendes System

$$\text{III.}\quad \begin{cases} 0 = m' + a'.da + b'.mP + c'.\nu N + d'.\mu A + e'.\pi \\ 0 = m'' \qquad\qquad + b''.mP + c''.\nu N + d''.\mu A + e''.\pi \\ 0 = m''' \qquad\qquad\qquad\qquad + c'''.\nu N + d'''.\mu A + e'''.\pi \\ 0 = m^{\text{IV}} \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad + d^{\text{IV}}.\mu A + e^{\text{IV}}.\pi \\ 0 = m^{\text{V}} \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad + e^{\text{V}}.\pi \end{cases}$$

und daraus ferner

$$\text{IV.}\quad \begin{cases} da = \alpha + \beta.\mu A + \gamma.\pi \\ mP = \alpha' + \beta'.\mu A + \gamma'.\pi \\ \nu N = \alpha'' + \beta''.\mu A + \gamma''.\pi \end{cases}$$

abgeleitet worden, so wurden in die Gleichungen II. die Werthe von da, μP und νN aus den Gleichungen IV. als Functionen von μA und π substituirt und somit erhalten:

$$\text{V.}\quad \begin{cases} 0 = M' + D'.\mu A + E'.\pi \\ 0 = M'' \qquad\qquad + E''.\pi \end{cases}$$

woraus sich dann die numerischen Werthe für μA und π ergaben, durch deren Substitution in IV. endlich auch die für da, mP und νN bestimmt werden.

Auf diesem Verfahren beruhen die nachstehenden Entwickelungen, bei denen ich nur noch des Umstandes erwähnen mufs, dafs jedes Aggregat

von Gleichungen durch Multiplication mit einem Factor auf eine bestimmte Einheit der beobachteten Fäden-Appulse reducirt wurde. Sei die als Einheit angenommene Zahl der beobachteten Fäden-Appulse $= P$, die in einem andern Aggregat enthaltene Zahl $= P'$, so ist nach der Wahrscheinlichkeits-Theorie jener Factor $= \sqrt{\frac{P'}{P}}$; womit jede Gleichung zu multipliciren ist, um alle auf eine Einheit zu reduciren.

Als Einheit der Fäden wurde für I. $P = 85$ und für II. $P = 86$ angenommen.

Die somit erhaltenen Resultate waren folgende:

System I.

Final-Gleichungen zur Bestimmung von da, mP und νN.

		da	mP	νN	μA	π	
1.	+ 46.15	+ 19.92	− 640.65	+ 151.78	+ 206.37	− 4.12	= 0
2.	+ 50.94	+ 24.10	− 709.67	+ 418.13	+ 592.35	− 26.14	= 0
3.	+ 23.29	+ 22.19	− 600.00	+ 291.22	+ 439.19	+ 31.08	= 0
4.	+ 24.75	+ 16.92	− 434.55	+ 95.51	− 22.21	− 15.13	= 0
5.	+ 11.72	+ 17.28	− 386.14	− 20.95	− 228.38	+ 3.07	= 0
6.	− 6.50	+ 25.56	− 432.45	− 322.12	+ 101.72	+ 40.26	= 0
7.	+ 8.79	+ 16.49	− 233.79	+ 69.02	+ 155.06	− 4.99	= 0
8.	− 70.89	+ 28.93	− 96.52	− 526.21	+ 306.93	− 18.41	= 0
9.	− 49.01	+ 29.95	− 26.96	− 466.04	− 278.79	+ 12.90	= 0
10.	− 17.19	+ 21.17	+ 89.99	+ 91.26	− 236.72	+ 21.94	= 0
11.	− 96.50	+ 21.78	+ 410.15	− 332.75	+ 284.45	+ 5.51	= 0
12.	−100.17	+ 20.79	+ 564.18	− 253.37	+ 208.66	+ 3.15	= 0
13.	− 32.35	+ 29.20	+ 728.22	+ 450.76	+ 969.52	+ 10.89	= 0
14.	− 59.67	+ 27.25	+ 756.06	+ 533.27	− 562.30	+ 21.64	= 0
15.	− 39.59	+ 26.01	+ 743.58	+ 430.44	− 494.94	+ 38.38	= 0
16.	− 72.55	+ 25.00	+ 723.69	+ 370.58	+ 901.89	− 4.87	= 0
17.	− 70.09	+ 29.33	+ 871.01	+ 318.25	+ 306.58	− 0.32	= 0
18.	− 87.26	+ 25.00	+ 760.97	+ 159.61	− 570.61	+ 26.37	= 0
19.	− 83.30	+ 24.10	+ 738.48	+ 118.05	− 878.11	+ 19.95	= 0
20.	− 94.51	+ 24.25	+ 747.42	+ 93.43	− 279.20	+ 42.45	= 0
21.	− 67.83	+ 23.48	+ 727.08	+ 68.50	− 437.25	+ 31.88	= 0
22.	− 94.96	+ 25.00	+ 779.85	+ 31.04	+ 901.96	− 18.89	= 0
23.	− 82.56	+ 31.21	+ 643.69	− 151.48	+ 206.75	+ 17.98	= 0
24.	−103.57	+ 26.85	+ 844.96	− 18.69	− 464.57	− 35.40	= 0
25.	− 98.66	+ 27.39	+ 866.11	− 47.63	−1127.37	− 3.78	= 0
26.	− 79.88	+ 25.58	+ 810.91	− 57.09	−1043.20	+ 15.48	= 0

		da	mP	νN	μA	π	
27.	− 93.45	+ 25.00 da	+ 795.26 mP	− 76.16 νN	− 616.43 μA	+ 38.54 π	= 0
28.	− 94.19	+ 28.05	+ 897.61	− 123.58	− 504.00	+ 31.76	= 0
29.	− 83.45	+ 22.77	+ 733.91	− 136.27	+ 862.02	− 14.45	= 0
30.	− 118.91	+ 26.98	+ 882.55	− 239.13	− 906.76	+ 0.52	= 0
31.	− 120.88	+ 28.44	+ 938.25	− 298.86	− 259.83	+ 33.01	= 0
32.	− 126.29	+ 27.78	+ 927.80	− 355.07	+ 1037.41	− 21.22	= 0

System II.

Final-Gleichungen zur Bestimmung von μA und π.

		mP	da	νN	μA	π	
1.	− 62.92	+ 704.26 mP	+ 28.79 da	+ 183.71 νN	+ 1186.50 μA	+ 1.24 π	= 0
2.	− 88.66	+ 803.17	+ 26.00	+ 76.75	+ 1084.15	− 0.05	= 0
3.	− 120.04	+ 898.36	+ 27.63	− 210.12	+ 1161.91	− 8.55	= 0
4.	− 117.08	+ 813.36	+ 28.91	− 107.19	+ 1151.30	− 3.03	= 0
5.	+ 15.69	− 461.80	+ 23.65	+ 41.73	+ 796.37	− 10.18	= 0
6.	− 70.40	+ 221.05	+ 23.19	− 300.12	+ 826.89	− 10.02	= 0
7.	− 67.49	+ 631.67	+ 22.07	+ 167.01	+ 798.14	− 3.78	= 0
8.	− 14.11	− 143.90	+ 21.26	+ 137.97	+ 633.41	− 18.95	= 0
9.	+ 12.01	− 499.81	+ 21.40	+ 142.92	+ 503.63	− 26.79	= 0
10.	− 77.50	+ 299.92	+ 21.90	− 181.27	+ 590.79	− 24.40	= 0
11.	− 72.30	+ 812.78	+ 26.29	+ 149.90	+ 691.70	− 22.36	= 0
12.	+ 10.64	− 442.07	+ 24.85	+ 198.72	+ 388.32	− 24.59	= 0
13.	+ 7.31	− 557.31	+ 26.82	− 219.54	+ 258.31	+ 12.82	= 0
14.	− 63.74	+ 485.97	+ 23.50	+ 9.18	+ 230.09	+ 5.78	= 0
15.	− 76.86	+ 728.58	+ 23.35	+ 28.09	+ 232.04	+ 13.18	= 0
16.	− 13.44	− 239.43	+ 24.56	− 117.61	− 191.37	+ 31.39	= 0
17.	− 22.88	− 51.48	+ 20.35	+ 172.04	− 199.58	− 34.85	= 0
18.	− 67.89	+ 346.98	+ 24.41	+ 9.09	− 352.34	+ 41.87	= 0
19.	− 92.63	+ 779.33	+ 25.15	+ 265.98	− 353.53	+ 45.81	= 0
20.	− 104.07	+ 750.04	+ 23.81	− 22.15	− 212.81	+ 42.35	= 0
21.	− 12.77	− 7.20	+ 23.81	+ 131.82	− 421.03	+ 29.25	= 0
22.	− 63.37	+ 361.83	+ 25.15	− 101.48	− 608.94	+ 37.93	= 0
23.	− 84.88	+ 826.37	+ 27.22	+ 161.08	− 662.24	+ 44.25	= 0
24.	− 12.40	+ 28.78	+ 20.88	− 124.15	− 661.49	+ 3.79	= 0
25.	− 22.82	+ 333.64	+ 22.72	+ 4.46	− 849.76	+ 1.52	= 0
26.	− 48.03	+ 858.69	+ 29.66	+ 584.35	− 1105.50	+ 31.26	= 0
27.	− 84.29	+ 812.02	+ 25.72	− 178.26	− 1012.11	− 7.65	= 0
28.	− 94.90	+ 834.62	+ 26.82	− 45.70	− 949.99	− 0.74	= 0
29.	− 102.71	+ 839.92	+ 26.55	− 47.45	− 1106.40	− 1.28	= 0
30.	− 80.05	+ 815.43	+ 25.72	− 58.85	− 1034.28	+ 17.60	= 0
31.	− 102.45	+ 812.38	+ 25.29	− 192.81	− 1003.63	+ 11.00	= 0
32.	− 126.29	+ 927.80	+ 27.78	− 355.07	+ 1037.41	− 21.21	= 0

Wird nun das erste System nach der Gaufs'schen Eliminations-Methode behandelt, so wird erhalten:

$$\begin{array}{rrrrrrl}
-49870.0 & +20248.7\,da & +370183\,mP & +13456.8\,\nu N & -22897.6\,\mu A & +3777.5\,\pi & =0 \\
 & -649838.0\ \text{„} & +8063599\ \text{„} & -223486.8\ \text{„} & -2463862.6\ \text{„} & +100085.6\ \text{„} & =0 \\
 & & +154013.4\ \text{„} & +2154197.8\ \text{„} & -399295.3\ \text{„} & -2046.9\ \text{„} & =0 \\
 & & & -25579.4\ \text{„} & +9713891.4\ \text{„} & -105210.4\ \text{„} & =0 \\
 & & & & -1394.3\ \text{„} & +13915.2\ \text{„} & =0
\end{array}$$

und hieraus

$$\begin{array}{rl}
\nu N & = -0.071494 + 0.18531\,\mu A + 0.0009502\,\pi \\
mP & = +0.078608 + 0.31069\ \text{„} - 0.0123860\ \text{„} \\
da & = +1.07327 - 4.67231\ \text{„} + 0.039247\ \text{„}
\end{array}$$

Werden die hier für νN, mP und da erhaltenen Werthe in das zweite System von Gleichungen substituirt, so verwandeln sich diese in folgende, mit den beiden unbekannten Gröfsen μA und π,

		μA	π	
1.	− 1.12	+ 1304.80 μA	− 7.17 π	= 0
2.	− 5.84	+ 1226.45	− 8.91	= 0
3.	− 4.16	+ 1273.01	− 18.80	= 0
4.	− 12.08	+ 1258.30	− 12.44	= 0
5.	+ 1.59	+ 549.17	− 3.46	= 0
6.	− 6.60	− 731.59	− 12.14	= 0
7.	+ 0.81	+ 922.24	− 10.57	= 0
8.	− 9.21	+ 500.91	− 15.99	= 0
9.	− 14.49	+ 674.53	− 19.63	= 0
10.	− 17.40	+ 633.49	− 27.42	= 0
11.	+ 1.50	+ 847.40	− 31.23	= 0
12.	− 11.56	+ 171.71	− 19.90	= 0
13.	+ 8.01	− 80.11	− 18.46	= 0
14.	+ 1.00	+ 272.99	+ 0.69	= 0
15.	+ 3.54	+ 354.54	+ 5.10	= 0
16.	+ 2.56	− 402.37	+ 35.21	= 0
17.	+ 17.28	− 278.78	− 33.25	= 0
18.	− 15.09	− 356.44	+ 38.54	= 0
19.	− 13.34	− 179.63	+ 37.40	= 0
20.	− 7.87	− 95.11	+ 33.97	= 0
21.	+ 2.83	− 509.93	+ 30.37	= 0
22.	− 0.67	− 632.74	+ 34.35	= 0
23.	− 2.28	− 512.94	+ 35.23	= 0
24.	+ 21.00	− 773.19	+ 4.20	= 0

25.	+ 24.48	− 851.46 μA	− 1.70 π	= 0
26.	+ 9.39	− 869.00	+ 22.10	= 0
27.	+ 19.97	− 1177.20	− 16.54	= 0
28.	+ 2.77	+ 824.09	− 10.08	= 0
29.	− 4.80	− 978.30	− 10.69	= 0
30.	+ 15.86	− 911.88	+ 8.48	= 0
31.	+ 5.96	− 905.13	+ 1.77	= 0
32.	+ 7.55	+ 1141.31	− 31.88	= 0

Werden diese Gleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate behandelt, so folgt

$$-150852.6 + 19261755\ \mu A - 263143\ \pi = 0$$
$$-1765.46\ \ \text{"} + 12223.3\ \text{"} = 0$$

$$\pi = 0''.14444; \quad \mu A = +0''.0098078.$$

Werden diese Werthe in die obigen drei Gleichungen für vN, mP, da substituirt, so wird erhalten:

$$da = +1''.03312$$
$$mP = +0.079865 \text{ in Zeit}$$
$$vN = -0.069541$$

woraus sich denn für die gesuchten Elemente folgende Bestimmungen ergeben:

Aberrations-Constante = 20''.25 (1 + 0.0098708) = 20''.4486
Parallaxe des Polaris.......... = 0.14444
AR. med. Pol 1. Jan. 1785.......... = $0^h\ 49'\ 18''.033$
mot. propr. des Polaris in AR. 1785.......... = + 0''.079865
Nutations-Constante.... = 9''.648 (1 − 0.069541).. = 8''.97707.

Die Wahrscheinlichkeit dieser Elemente bestimmt sich auf folgende Art:

Für das erste System von Gleichungen ist

Summe der Quadrate der übrig bleibenden Fehler = 3155
wahrscheinlicher Fehler jeder Gleichung.......... = ± 6.697
Unsicherheit dieser Bestimmung.......... = ± 0.565.

Für das zweite System von Gleichungen ist

Summe der Quadrate der übrig bleibenden Fehler = 2665.6
wahrscheinlicher Fehler jeder Gleichung.......... = ± 6.156
Unsicherheit dieser Bestimmung.......... = ± 0.519.

Hiernach findet sich

Genauigkeit von da	= 103.3;	wahrscheinlicher Fehler	= ± 0.0648
» » mP	= 2720.6;	» »	= ± 0.00246
» » νN	= 1461.7;	» »	= ± 0.00458
» » π	= 110.5;	» »	= ± 0.05568
» » μA	= 38568;	» »	= ± 0.00160.

Hiernach läfst sich Eins gegen Eins wetten, dafs die oben erhaltenen Elemente in folgenden Grenzen liegen:

AR. med. Polar. 1785....	$0^h\ 49'\ 18''098$	....	$0^h\ 49'\ 17''968$
Parallaxe	0.20012	....	0.08876
mot. propr. für 1785......	0.082327	....	0.077403
Aberrations-Constante	20.48040	....	20.41629
Nutations-Constante....	8.93286	....	9.02128.

Hundert gegen Eins lassen sich für folgende Grenzen wetten:

AR. med. Polar. 1785....	$0^h\ 49'\ 18''281$	....	$0^h\ 49'\ 17''785$
Parallaxe	0.22069	....	0.06819
mot. propr. für 1785......	0.089266	....	0.070464
Aberrations-Constante	20.32519	....	20.57203
Nutations-Constante....	8.80825	....	9.14589

Diese Resultate sind bereits in dem Berliner Jahrbuche für 1820 p. 210 mitgetheilt worden, bei welcher Gelegenheit auch daselbst angegeben ist, wie sich aus diesen Zahlen die Mondmasse und Abplattung des Erdsphaeroïds herleiten läfst, welche den hier gegebenen Werthen entspricht. Es findet sich daraus der Werth der

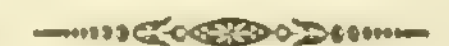
$$\text{Mondmasse} = \frac{1}{88.448}$$

$$\text{Abplattung} = \frac{1}{315.82}$$

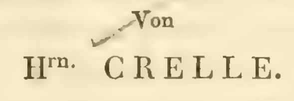
und die wahrscheinlichen Grenzen dieser Bestimmungen liegen bei der

$$\text{Mondmasse zwischen } \frac{1}{89.791} \text{ und } \frac{1}{87.144}$$

$$\text{Abplattung} \quad » \quad \frac{1}{312.707} \quad » \quad \frac{1}{318.996}.$$



Notizen über die analytischen Resultate der Aufgabe des Apollonius von der Berührung von Kreisen.



Von

H[rn.] CRELLE.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 22. April 1841.]

Von den verschiedenen Fällen der Aufgabe des Apollonius, die Lage und Gröfse eines Kreises in der Ebene zu finden, welcher andere Kreise oder gerade Linien berührt, oder welcher durch gegebene Puncte geht, oder theils das Eine, theils das Andere, hat insbesondere der verwickeltste, wenn die gesuchte Kreislinie drei andere gegebene Kreise berühren soll, die Geometer viel beschäftigt. Diese Aufgabe ist eine Art von Seitenstück zu der berühmt gewordenen Aufgabe von Malfatti, von drei Kreisen in einem Dreiecke, deren jeder die beiden andern und zwei Seiten des Dreiecks berührt. Es giebt Auflösungen jenes Falles der Apollonius'schen Aufgabe, von Vieta, Descartes, L'Hopital, Delambre, Euler, Cauchy, Hachette, Gergonne u. s. w. Die meisten dieser Auflösungen gehen, so viel ich weifs, darauf aus, die Gröfse und Lage des gesuchten Kreises nach der Methode der Alten graphisch oder durch Zeichnung zu finden, und unter diesen graphischen Auflösungen ist vielleicht diejenige, welche sich auf einen schönen Satz von Cauchy gründen läfst, die einfachste. Der Satz von Cauchy findet sich, zusammen mit der darauf sich gründenden graphischen Auflösung, unter andern in meinem Lehrbuche der Geometrie 1[ster] Theil S. 250 u. 506. Ich weifs nicht, ob die andern Auflösungen, die mir nicht alle bekannt sind, eine directe analytische Entwickelung des Ausdrucks des Halbmessers des gesuchten Kreises durch die Halbmesser der gegebenen drei Kreise und durch die Seiten des Dreiecks enthalten, in dessen Ecken die Mittelpuncte der gegebenen Kreise liegen, durch welche sechs Linien, unter andern, die der Gröfse und Lage nach gegebenen drei Kreise bestimmt werden.

Sollte es aber auch der Fall sein, so ist doch gewifs das Resultat noch näher zu discutiren nöthig, besonders in Absicht der Bedeutung der Zeichen in den Formeln; denn schon bei den einfacheren Fällen der Apollonius'schen Aufgabe, ja selbst bei ganz einfachen Fällen der Geometrie und der Trigonometrie, ist solches zum Theil noch nöthig. In der That bleibt bei der Anwendung der Algebra auf die Geometrie in diesem Puncte vielleicht noch Manches zu thun übrig; denn es ist noch nicht lange her, dafs man noch imaginaire Ausdrücke, und selbst negative Werthe von Linien, wie die Formeln sie gaben, für unrichtig, oder doch für unbrauchbar erklärte; wenigstens nicht weiter sie berücksichtigte. Dieses ist aber offenbar der Strenge der Methode und der Mathematik nicht angemessen; denn kein Resultat einer richtigen Untersuchung ist unrichtig, oder überflüssig und ohne bestimmte Bedeutung. Das eben ist ja die hohe Vortreflichkeit der Mathematik, dafs die Resultate, welche sie zu erreichen vermag, immer vollkommen richtig und vollständig sind; niemals Ausnahmen und Beschränkungen haben. Auch in den anderen Naturwissenschaften würde man es ohne Zweifel eben so finden, könnte man nur ihre Hieroglyphen-Schrift eben so vollständig lesen, wie die Schrift der Algebra; denn die Natur irrt nie, und ihre Gesetze sind rein mathematisch; wie es zum Beispiel die Mechanik des Himmels zu erkennen giebt.

Ich hatte vor einiger Zeit Veranlassung, die verschiedenen Fälle der Apollonius'schen Aufgabe vollständig analytisch durchzugehen und die Resultate näher zu discutiren. Vielleicht sind die Bemerkungen, die sich dabei ergaben, nicht ganz ohne Interesse. Ich will also hier Notizen davon mitzutheilen mich beehren: nicht sowohl der Resultate wegen, die vielleicht, wenn nicht alle, so doch gewifs gröfstentheils schon bekannt sind, als vielmehr der Bemerkungen wegen, die sich bei der Discussion der Resultate ergaben.

1.

Es sind folgende 10 Fälle der Aufgabe möglich. Die gesuchte Kreislinie kann,

Erstlich, drei gegebene Kreise berühren sollen.

Zweitens. Sie kann zwei gegebene Kreise berühren und durch einen gegebenen Punct gehen sollen.

Drittens. Sie kann einen gegebenen Kreis berühren und durch zwei gegebene Puncte gehen sollen.

Viertens. Sie kann durch drei gegebene Puncte gehen sollen.

Fünftens. Sie kann zwei gegebene Kreise und eine gegebene gerade Linie berühren sollen.

Sechstens. Sie kann einen gegebenen Kreis und eine gegebene gerade Linie berühren und durch einen bestimmten Punct gehen sollen.

Siebentens. Sie kann eine gerade Linie berühren und durch zwei gegebene Puncte gehen sollen.

Achtens. Sie kann einen gegebenen Kreis und zwei gerade Linien berühren sollen.

Neuntens. Sie kann zwei gerade Linien berühren und durch einen gegebenen Punct gehen sollen.

Zehntens. Sie kann drei gegebene gerade Linien berühren sollen.

Der 4[te] Fall ist der éiner durch die Ecken eines Dreiecks gehenden, oder um das Dreick beschriebenen Kreislinie. Der 10[te] Fall ist der eines in ein Dreick beschriebenen Kreises.

2.

Für die analytische Auflösung der verschiedenen möglichen Aufgaben sind aber der 2[te], 3[te] und 4[te] Fall nur besondere Fälle des ersten; denn der erste Fall geht in diese drei andern über, wenn von einem, oder von zweien, oder von allen dreien der gegebenen Kreise die Halbmesser Null sind. Eben so sind der 6[te] und 7[te] Fall nur besondere Fälle des fünften; denn der 5[te] Fall geht in diese beiden über, wenn von einem, oder von allen beiden der gegebenen Kreise die Halbmesser Null sind. Endlich ist der 9[te] Fall nur ein besonderer Fall des achten, nemlich derjenige, wo der Halbmesser des gegebenen Kreises Null ist.

Es giebt also für die Rechnung, statt 10 Fälle, eigentlich nur folgende vier.

1. Wenn der gesuchte Kreis drei andere berühren soll.
2. Wenn derselbe zwei gegebene Kreise und eine gerade Linie berühren soll.

3. Wenn der gesuchte Kreis einen gegebenen Kreis und zwei gerade Linien berühren soll.
4. Wenn der gesuchte Kreis drei gegebene gerade Linien berühren soll.

Die Ausdrücke des Halbmessers des gesuchten Kreises, welche man für diese Fälle findet, geben unmittelbar diejenigen für die anderen Fälle, wenn man darin die Halbmesser der gegebenen Kreise, zu einem, zweien, oder dreien, gleich Null setzt.

3.

Es könnte scheinen, dafs auch von diesen vier allgemeineren Fällen noch die drei letzten in dem ersten enthalten sind, und dafs also dieser erste Fall alle anderen umfasse, indem ein Kreis in eine gerade Linie übergeht, wenn man seinen Halbmesser unendlich grofs setzt. Allein, wenigstens so lange man die drei gegebenen Kreise und ihre Lage durch ihre Halbmesser und durch die Seiten des Dreiecks bestimmt, in dessen Ecken die Mittelpuncte der gegebenen Kreise liegen, können die Ausdrücke des Halbmessers des gesuchten Kreises durch jene gegebenen Stücke diesen Halbmesser nicht unmittelbar für die Fälle bestimmen, wo einzelne oder alle gegebene Stücke unendlich grofs sind, weil dann die Lage der gegebenen Kreise, und folglich die Lage der von dem gesuchten Kreise zu berührenden geraden Linien, in welche sich die Kreise verwandeln, wenn ihre Halbmesser alle Gröfse übersteigen, nicht mehr unmittelbar gegeben sind. Die obigen vier Aufgaben erfordern daher jede eine wesentlich andere Auflösung.

4.

Die Auflösung der drei ersten von den vier Aufgaben (§. 2.) kann nun, wenigstens graphisch, durch die Erwägung vereinfacht werden, dafs eine mit der gesuchten concentrische Kreislinie, die durch den Mittelpunct eines der gegebenen Kreise geht, zugleich Kreise berührt, die mit den anderen gegebenen Kreisen ebenfalls concentrisch und nur in ihren Halbmessern um den Halbmesser jenes Kreises von den gegebenen verschieden sind, so wie gerade Linien, die parallel mit den gegebenen und um den Halbmesser jenes Kreises von den gegebenen entfernt sind.

Die allgemeineren Ausdrücke des Halbmessers des gesuchten Kreises für die 10 möglichen Fälle (§. 1.) werden also auch, statt durch die Auflösung der vier Aufgaben (§. 2.) den 1ten, 5ten, 8ten und 10ten Fall betreffend, schon durch die des 2ten, 6ten, 9ten und 10ten Falles gefunden, nemlich:

I. Wenn die gesuchte Kreislinie zwei gegebene Kreise berühren und durch einen gegebenen Punct geben soll.

II. Wenn die gesuchte Kreislinie einen gegebenen Kreis und eine gegebene gerade Linie berühren und durch einen bestimmten Punct gehen soll.

III. Wenn die gesuchte Kreislinie zwei gegebene gerade Linien berühren und durch einen gegebenen Punct gehen soll.

IV. Wenn dieselbe drei gegebene gerade Linien berühren soll.

Hat man die Ausdrücke des Halbmessers des gesuchten Kreises für diese vier Fälle, so kann man in den drei ersten unmittelbar zu den allgemeineren Nr. 1, 5 und 8 (§. 1.) gelangen, wenn man den Halbmesser des gesuchten Kreises um den Halbmesser des statt eines Punctes gegebenen Kreises verändert und dagegen diesen letzten Halbmesser den Halbmessern der anderen gegebenen Kreise und den Perpendikeln auf die gegebenen geraden Linien, die ihre Lage bestimmen, mit entgegengesetzten Zeichen hinzufügt.

Da indessen in der Rechnung diese Vereinfachung dadurch erlangt wird, dafs man in den aus der Figur genommenen Gleichungen, welche den Halbmesser des gesuchten Kreises, statt dessen ein Punct angenommen wird, vergröfsert und ihn, nachdem der gesuchte Halbmesser gefunden ist, wieder um eben so viel verkleinert, so ist es besser, die bestimmenden Gleichungen allgemein, für die Fälle (1, 2, 3 und 4, §. 2.) aufzustellen.

Übrigens ist es für die Ausdrücke des Halbmessers des gesuchten Kreises, wie sich zeigen läfst, gleich: die gesuchte Kreislinie mag die gegebenen Kreise, oder Linien, von aufserhalb oder von innerhalb berühren sollen. Man darf nur die Zeichen der Halbmesser der gegebenen Kreise verändern.

Es kommt also auf die Auflösung der vier Aufgaben (1, 2, 3 und 4, §. 2.) an.

Aufgabe I. Die Kreislinie zu finden, welche drei gegebene Kreise berührt.

5.

Es sei in Fig. 1, wo der Halbmesser des Kreises um M_1 gesucht wird, welcher die drei gegebenen Kreise A, B und C in A_1, B_1 und C_1 berührt,

$$1.\quad \begin{cases} BC = a, \\ CA = b, \\ AB = c; \end{cases}$$

$$2.\quad \begin{cases} \text{der Halbmesser } AA_1 \text{ des Kreises um } A \text{ sei} = \alpha, \\ \text{der Halbmesser } BB_1 \text{ des Kreises um } B, \quad = \beta, \\ \text{der Halbmesser } CC_1 \text{ des Kreises um } C, \quad = \gamma. \end{cases}$$

3. Der gesuchte Halbmesser des Kreises um M_1, $M_1A_1 = M_1B_1 = M_1C_1 = \varkappa_1$.

Durch a, b, c, α, β und γ werden die gegebenen Kreise und ihre Lage gegen einander bestimmt.

Ferner sei

$$4.\quad \begin{cases} CP = p, \\ AP = q, \end{cases}$$

und für den noch unbekannten Mittelpunct M_1 des gesuchten Kreises,

$$5.\quad \begin{cases} CX_1 = x, \\ X_1M_1 = y. \end{cases}$$

Alsdann ist

$$6.\quad \begin{cases} x^2 + y^2 = (\gamma + \varkappa_1)^2. \\ (a - x)^2 + y^2 = (\beta + \varkappa_1)^2. \\ (x - p)^2 + (q - y)^2 = (\alpha + \varkappa_1)^2. \end{cases}$$

Um nun diese Gleichungen zu vereinfachen und die Entwickelung des gesuchten Halbmessers aus denselben zu erleichtern, setze man, der Bemerkung im vorigen Paragraph gemäſs,

$$7.\quad \begin{cases} \varkappa_1 = k - \gamma, \\ \beta = \beta_1 + \gamma, \\ \alpha = \alpha_1 + \gamma, \end{cases}$$

so reduciren sich die drei Formeln (6) auf

$$8. \begin{cases} x^2+y^2=k^2. \\ (a-x)^2+y^2=(\beta_1+k)^2 \text{ oder } a^2-2ax+x^2+y^2=\beta_1^2+2\beta_1 k+k^2, \\ (x-p)^2+(q-y)^2=(\alpha_1+k)^2 \text{ oder} \\ \qquad x^2-2px+p^2+q^2-2qy+y^2=\alpha_1^2+2\alpha_1 k+k^2; \end{cases}$$

welche nun der einfachern Aufgabe entsprechen, den Kreis zu finden, der zwei gegebene Kreise um A und B berührt und zugleich durch den bestimmten Punct C geht.

Setzt man die erste Formel (8) in die beiden andern, und bemerkt, dafs

$$9. \quad p^2+q^2=b^2$$

ist, so erhält man

$$10. \quad a^2-2ax=\beta_1^2+2\beta_1 k \quad \text{und}$$

$$11. \quad b^2-2px-2qy=\alpha_1^2+2\alpha_1 k.$$

Zwischen (10 und 11) x eliminirt, giebt

$$12. \quad a^2p-b^2a+2aqy=\beta_1^2p+2\beta_1 kp-\alpha_1^2a-2a\alpha_1 k,$$

oder auch, aus (10 und 12) folgt

$$13. \quad 2aqx=+q(a^2-\beta_1^2-2\beta_1 k) \quad \text{und}$$

$$14. \quad 2aqy=-p(a^2-\beta_1^2-2\beta_1 k)+a(b^2-\alpha_1^2-2\alpha_1 k).$$

Hiervon ist die Summe der Quadrate, da $x^2+y^2=k^2$ (8) und $p^2+q^2=b^2$ (9) ist,

$$15. \quad 4a^2q^2k^2=b^2(a^2-\beta_1^2-2\beta_1 k)^2-2ap(a^2-\beta_1^2-2\beta_1 k)(b^2-\alpha_1^2-2\alpha_1 k) \\ +a^2(b^2-\alpha_1^2-2\alpha_1 k)^2.$$

Setzt man der Kürze wegen

$$16. \begin{cases} a^2-\beta_1^2=m^2 \\ b^2-\alpha_1^2=n^2, \end{cases}$$

so erhält man

$$17. \quad 4a^2q^2k^2=b^2(m^2-2\beta_1 k)-2ap(m^2-2\beta_1 k)(n^2-2\alpha_1 k)+a^2(n^2-2\alpha_1 k)^2,$$

oder, entwickelt,

$$4a^2q^2k^2=b^2m^4-4b^2m^2\beta_1 k+4b^2\beta_1^2k^2 \\ -2apm^2n^2+4apm^2\alpha_1 k+4apn^2\beta_1 k-8ap\alpha_1\beta_1 k^2 \\ +a^2n^4-4a^2n^2\alpha_1 k+4a^2\alpha_1^2k^2 \quad \text{oder}$$

$$18.\quad 4k^2[a^2q^2 - b^2\beta^2 + 2ap\alpha_1\beta - a^2\alpha_1^2]$$
$$+ 4k[b^2m^2\beta_1 - ap(m^2\alpha_1 + n^2\beta_1) + a^2n^2\alpha_1]$$
$$- [b^2m^4 - 2apm^2n^2 + a^2n^4] = 0.$$

Da $q^2 = b^2 - p^2$ ist (9), so ist der Factor von $4k^2$ in (18)

$$a^2b^2 - a^2p^2 - b^2\beta_1^2 - a^2\alpha_1^2 + 2ap\alpha_1\beta_1$$
$$= a^2(b^2 - \alpha_1^2) - (ap - \alpha_1\beta_1)^2 + \alpha_1^2\beta_1^2 - b^2\beta_1^2$$
$$= a^2n^2 - \beta_1^2n^2 - (ap - \alpha_1\beta_1)^2 \quad (16)$$
$$19.\quad = m^2n^2 - (ap - \alpha_1\beta_1)^2;$$

also ist

$$20.\quad 4k^2[m^2n^2 - (ap - \alpha_1\beta_1)^2]$$
$$+ 4k[b^2m^2\beta_1 - ap(m^2\alpha_1 + n^2\beta_1) + a^2n^2\alpha_1]$$
$$- [b^2m^4 - 2apm^2n^2 + a^2n^4] = 0.$$

Setzt man

$$21.\quad 4m^2n^2 - 4(ap - \alpha\beta_1)^2 = A,$$
$$22.\quad b^2m^2\beta_1 - ap(m^2\alpha_1 + n^2\beta_1) + a^2n^2\alpha_1 = B,$$
$$23.\quad b^2m^4 - 2apm^2n^2 + a^2n^4 = C,$$

so ist

$$24.\quad Ak^2 + 4Bk - C = 0 \quad \text{oder} \quad k^2 + \frac{4Bk}{A} - \frac{C}{A} = 0:$$

also

$$k = -\frac{2B}{A} \pm \sqrt{\left(\frac{4B^2}{A^2} + \frac{C}{A}\right)} \quad \text{oder}$$
$$25.\quad k = \frac{-2B \pm \sqrt{(4B^2 + AC)}}{A}.$$

6.

Die Gröfse unter dem Wurzelzeichen ist

$$4b^4m^4\beta_1^2 + 4a^2p^2(m^2\alpha_1 + n^2\beta_1)^2 + 4a^4n^4\alpha_1^2$$
$$- 8b^2m^2\beta_1ap(m^2\alpha_1 + n^2\beta_1) + 8a^2b^2m^2n^2\alpha_1\beta_1 - 8a^3n^2p\alpha_1(m^2\alpha_1 + n^2\beta_1)$$
$$+ 4m^6n^2b^2 - 8m^4n^4ap + 4a^2m^2n^6$$
$$- 4b^2m^4(ap - \alpha_1\beta_1)^2 + 8apm^2n^2(ap - \alpha_1\beta_1)^2 - 4a^2n^4(ap - \alpha_1\beta_1)^2$$
$$= p^3[8a^3m^2n^2]$$
$$+ p^2[4a^2m^4\alpha_1^2 + 4a^2n^4\beta_1^2 + 8a^2m^2n^2\alpha_1\beta_1 - 4a^2b^2m^4 - 16a^2m^2n^2\alpha_1\beta_1 - 4a^4n^4]$$
$$+ p\ [-8b^2m^4\alpha_1\beta_1a - 8b^2m^2n^2\beta_1^2a - 8a^3n^2m^2\alpha_1^2 - 8a^3n^4\alpha_1\beta_1 - 8m^4n^4a$$
$$+ 8b^2m^4a\alpha_1\beta_1 + 8am^2n^2 + \alpha_1^2\beta_1^2\,8a^3n^4\alpha_1\beta_1]$$
$$+ 4b^4m^4\beta_1^2 + 4a^4n^4\alpha_1^2 + 8a^2b^2m^2n^2\alpha_1\beta_1 + 4m^6n^2b^2 + 4a^2m^2n^6$$
$$- 4b^2m^4\alpha_1^2\beta_1^2 - 4a^2n^4\alpha_1^2\beta_1^2$$

$$= 8p^3a^3m^2n^2$$
$$+ 4p^2a^2[m^4(\alpha_1^2 - b^2) + n^4(\beta_1^2 - a^2) - 2m^2n^2\alpha_1\beta_1]$$
$$+ 8pam^2n^2[-b^2\beta_1^2 - a^2\alpha_1^2 - m^2n^2 + \alpha_1^2\beta_1^2]$$
$$+ 4[b^2m^4\beta_1^2(b^2 - \alpha_1^2) + a^2n^4\alpha_1^2(a^2 - \beta_1^2) + m^2n^2(m^4b^2 + n^4a^2) + 2a^2b^2m^2n^2\alpha_1\beta_1]$$
$$= 8p^3a^3m^2n^2$$
$$- 4p^2a^2[m^4n^2 + n^4m^2 + 2m^2n^2\alpha_1\beta_1]$$
$$- 8pam^2n^2[b^2\beta_1^2 + a^2\alpha_1^2 + a^2b^2 - a^2\alpha_1^2 - b^2\beta_1^2 + \alpha_1^2\beta_1^2 - \alpha_1^2\beta_1^2]$$
$$+ 4[b^2m^4n^2\beta_1^2 + a^2n^4m^2\alpha_1^2 + m^2n^2(m^4b^2 + n^4a^2) + 2a^2b^2m^2n^2\alpha_1\beta_1]$$
$$= 8p^3a^3m^2n^2$$
$$- 4p^2a^2m^2n^2[m^2 + n^2 + 2\alpha_1\beta_1]$$
$$- 8pam^2n^2a^2b^2$$
$$+ 4m^2n^2[b^2m^2(\beta_1^2 + m^2) + a^2n^2(n^2 + \alpha_1^2) + 2a^2b^2\alpha_1\beta_1]$$
$$= 4m^2n^2[2p^3a^3 - p^2a^2(a^2 + b^2 - \alpha_1^2 - \beta_1^2 + 2\alpha_1\beta_1) - 2paa^2b^2 + a^2b^2m^2 + a^2b^2n^2 + 2a^2b^2\alpha_1\beta_1]$$
$$= 4m^2n^2[2p^3a^3 - p^2a^2(a^2 + b^2 - (\alpha_1 - \beta_1)^2) - 2paa^2b^2 + a^2b^2(a^2 + b^2 - (\alpha_1 - \beta_1)^2)]$$
$$= 4m^2n^2[2pa(p^2a^2 - a^2b^2) + (a^2 + b^2 - (\alpha_1 - \beta_1)^2)(a^2b^2 - p^2a^2)]$$
$$26. = 4m^2n^2a^2(p^2 - b^2)[2pa - a^2 - b^2 + (\alpha_1 - \beta_1)^2].$$

Da nun

$$27.\quad b^2 - p^2 = q^2 \ (9),$$

auch aus der Figur $(a-p)^2 + q^2 = c^2 = a^2 - 2ap + p^2 + b^2 - p^2$, also

$$28.\quad 2ap = a^2 + b^2 - c^2,$$

und wenn man den Inhalt des Dreiecks ABC durch Δ bezeichnet,

$$29.\quad 2\Delta = aq$$

ist, so ist die Gröfse unter dem Wurzelzeichen, zufolge (26),

$$= 4m^2n^2a^2q^2[a^2 + b^2 - (\alpha_1 - \beta_1)^2 - a^2 - b^2 + c^2]$$
$$= 16\Delta^2m^2n^2(c^2 - (\alpha_1 - \beta_1)^2)$$
$$= 16\Delta^2(a^2 - \beta_1^2)(b^2 - \alpha_1^2)(c^2 - (\alpha_1 - \beta_1)^2)$$
$$30.\quad = 16\Delta^2(a + \beta_1)(a - \beta_1)(b + \alpha_1)(b - \alpha_1)(c + \alpha_1 - \beta_1)(c - \alpha_1 + \beta_1) = 4B^2 + AC.$$

Ferner ist der Nenner A von k (25), der zufolge (21 und 18)

$$31.\quad A = 4a^2q^2 - 4(b^2\beta_1^2 - 2ap\alpha_1\beta_1 + a^2\alpha_1^2)$$

ist, gemäfs (29 und 28),

$$A = 16\Delta^2 - 4(b^2\beta_1^2 + a^2\alpha_1^2 - (a^2 + b^2 - c^2)\alpha_1\beta_1) \text{ oder}$$

$$32.\quad A = 16\Delta^2 - 4[(a^2\alpha_1 - b^2\beta_1)(\alpha_1 - \beta_1) + c^2\alpha_1\beta_1].$$

Endlich ist der Theil des Zählers $2B$ von k (25) aufserhalb des Wurzelzeichens gemäfs (22)

$$2B = 2b^2m^2\beta_1 + 2a^2n^2\alpha_1 - 2ap(m^2\alpha_1 + n^2\beta_1) \text{ oder}$$

$$2B = 2b^2(a^2 - \beta_1^2)\beta_1 + 2a^2(b^2 - \alpha_1^2)\alpha_1 - (a^2 + b^2 - c^2)((b^2 - \alpha_1^2)\beta_1 + (a^2 - \beta_1^2)\alpha_1) \text{ (28), oder}$$

$$2B = 2b^2a^2\beta_1 + 2a^2b^2\alpha_1 - 2b^2\beta_1^3 - 2a^2\alpha_1^3 - (a^2 + b^2 - c^2)(b^2\beta_1 + a^2\alpha_1 - \alpha^2\beta_1 - \beta^2\alpha_1), \text{ oder}$$

$$33.\ 2B = -a^2\alpha_1(a^2 - b^2 - c^2) - b^2\beta_1(b^2 - c^2 - a^2) + \alpha_1\beta_1)(\alpha_1 + \beta_1)(a^2 + b^2 - c^2) - 2b^2\beta_1^3 - 2a^2\alpha_1^3.$$

Substituirt man die Werthe von $2B$, $4B^2 + AC$ und A aus (33, 30 und 32) in dem Ausdruck von k (25), so erhält man

$$34.\ k_1 = \frac{\left\{\begin{array}{l} a^2\alpha_1(a^2 - b^2 - c^2) + b^2\beta_1(b^2 - c^2 - a^2) + \alpha_1\beta_1(\alpha_1 + \beta_1)(c^2 - a^2 - b^2) \\ \quad + 2b^2\beta_1^3 + 2a^2\alpha_1^3 \\ \quad \pm 4\Delta\sqrt{[(a + \beta_1)(a - \beta_1)(b + \alpha_1)(b - \alpha_1)(c + \alpha_1 - \beta_1)(c - \alpha_1 + \beta_1)]} \end{array}\right.}{16\Delta^2 - 4[(a^2\alpha_1 - b^2\beta_1)(\alpha_1 - \beta_1) + c^2\alpha_1\beta_1]}.$$

Dieses ist der Ausdruck des Halbmessers eines Kreises, der zwei gegebene Kreise berührt und durch einen gegebenen Punct geht.

7.

Um nun von diesem besonderen Falle auf den allgemeinern der Berührung dreier bestimmten Kreise von den Halbmessern α, β und γ überzugehen, darf man nur für k, α_1 und β_1 aus (7) ihre Werthe $k = \varkappa_1 + \gamma$, $\alpha_1 = \alpha - \gamma$ und $\beta_1 = \beta - \gamma$ in (34) schreiben.

Dadurch geht zuerst die Gröfse unter dem Wurzelzeichen über in

$$(a + \beta - \gamma)(a - \beta + \gamma)(b + \alpha - \gamma)(b - \alpha + \gamma)(c + \alpha - \gamma - \beta + \gamma)(c - \alpha + \gamma + \beta - \gamma)$$

$$35.\ = (a + \beta - \gamma)(b + \gamma - \alpha)(c + \alpha - \beta)(a - \beta + \gamma)(b - \gamma + \alpha)(c - \alpha + \beta).$$

Ferner geht der Nenner von k über in

$$16\Delta^2 - 4[(a^2(\alpha - \gamma) - b^2(\beta - \gamma))(\alpha - \beta) + c^2(\alpha - \gamma)(\beta - \gamma)]$$

$$36.\ = 16\Delta^2 - 4[a^2(\alpha - \gamma)(\alpha - \beta) + b^2(\beta - \alpha)(\beta - \gamma) + c^2(\gamma - \alpha)(\gamma - \beta)].$$

Endlich geht in (34) die Gröfse aufserhalb des Wurzelzeichens im Zähler über in

37. $$a^2(\alpha-\gamma)(a^2-b^2-c^2)+b^2(\beta-\gamma)(b^2-c^2-a^2)$$
$$+(\alpha-\gamma)(\beta-\gamma)(\alpha+\beta-2\gamma)(c^2-a^2-b^2)+2b^2(\beta-\gamma)^3+2a^2_{\Delta}(\alpha-\gamma)^3.$$

Wenn man nun auch, wie es sein mufs, in (34) $\varkappa_1+\gamma$ statt k schreibt und γ auf die andere Seite der Gleichung bringt, so mufs, um den Theil des neuen Zählers aufserhalb des Wurzelzeichens zu finden, der Nenner (36) mit $-\gamma$ multiplicirt und zu der Gröfse (37) hinzugethan werden. Also ist jener Theil, wenn man für $16\Delta^2$ den bekannten Ausdruck

38. $$16\Delta^2=(a+b+c)(a+b-c)(a-b+c)(b+c-a)$$
$$=2a^2b^2+2a^2c^2+2b^2c^2-a^4-b^4-c^4$$

schreibt:

$$-\gamma[2a^2b^2+2a^2c^2+2b^2c^2-a^4-b^4-c^4-4a^2(\alpha-\gamma)(\alpha-\beta)-4b^2(\beta-\alpha)(\beta-\gamma)$$
$$4c^2(\gamma-\alpha)(\gamma-\beta)]$$
$$+(a^2-b^2-c^2)a^2(\alpha-\gamma)+(b^2-c^2-a^2)b^2(\beta-\gamma)+(c^2-a^2-b^2)(\alpha-\gamma)(\beta-\gamma)(\alpha+\beta-2\gamma)$$
$$+2b^2(\beta-\gamma)^3+2a^2(\alpha-\gamma)^3$$
$$=-\gamma[2a^2b^2+2a^2c^2+2b^2c^2-a^4-b^4-c^4+a^4-a^2b^2-a^2c^2+b^4-b^2c^2-a^2b^2]$$
$$+\alpha[a^2(a^2-b^2-c^2)]$$
$$+\beta[b^2(b^2-c^2-a^2)]$$
$$+a^2[4\gamma(\gamma-\alpha)(\alpha-\beta)-(\alpha-\gamma)(\beta-\gamma)(\alpha+\beta-2\gamma)+2(\alpha-\gamma)^3]$$
$$+b^2[4\gamma(\beta-\alpha)(\beta-\gamma)-(\alpha-\gamma)(\beta-\gamma)(\alpha+\beta-2\gamma)+2(\beta-\gamma)^3]$$
$$+c^2[4\gamma(\gamma-\alpha)(\gamma-\beta)+(\alpha-\gamma)(\beta-\gamma)(\alpha+\beta-2\gamma)]$$
$$=\alpha\, a^2(a^2-b^2-c^2)+\beta b^2(b^2-c^2-a^2)+\gamma c^2(c^2-a^2-b^2)$$
$$+a^2(\alpha-\gamma)[4\alpha\gamma-4\beta\gamma-\alpha\beta-\beta^2+2\beta\gamma+\alpha\gamma+\beta\gamma-2\gamma^2+2\alpha^2-4\alpha\gamma+2\gamma^2]$$
$$+b^2(\beta-\gamma)[4\beta\gamma-4\alpha\gamma-\alpha^2-\alpha\beta+2\alpha\gamma+\alpha\gamma+\beta\gamma-2\gamma^2+2\beta^2-4\beta\gamma+2\gamma^2]$$
$$+c^2(\alpha-\gamma)[4\beta\gamma-4\gamma^2+\alpha\beta+\beta^2-2\beta\gamma-\alpha\gamma-\beta\gamma+2\gamma^2]$$
$$=\alpha\, a^2(a^2-b^2-c^2)+\beta b^2(b^2-c^2-a^2)+\gamma c^2(c^2-a^2-b^2)$$
$$+a^2(\alpha-\gamma)[-\beta\gamma-\alpha\beta-\beta^2+\alpha\gamma+2\alpha^2]$$
$$+b^2(\beta-\gamma)[-\alpha\gamma-\alpha^2-\alpha\beta+\beta\gamma+2\beta^2]$$
$$+c^2(\alpha-\gamma)[+\beta\gamma+\beta^2+\alpha\beta-\alpha\gamma-2\gamma^2]$$

39. $$=\alpha\, a^2(a^2-b^2-c^2)+\beta b^2(b^2-c^2-a^2)+\gamma c^2(c^2-a^2-b^2)$$
$$+a^2(\alpha-\beta)(\alpha-\gamma)(2\alpha+\beta+\gamma)$$
$$+b^2(\beta-\gamma)(\beta-\alpha)(2\beta+\gamma+\alpha)$$
$$+c^2(\gamma-\alpha)(\gamma-\beta)(2\gamma+\alpha+\beta).$$

Es ist also

$$40.\ \varkappa_1 = \frac{\left\{\begin{array}{l} a^2\alpha(a^2-b^2-c^2)+b^2\beta(b^2-c^2-a^2)+c^2\gamma(c^2-a^2-b^2) \\ +a^2(\alpha-\beta)(\alpha-\gamma)(2\alpha+\beta+\gamma)+b^2(\beta-\gamma)(\beta-\alpha)(2\beta+\gamma+\alpha) \\ \qquad\qquad +c^2(\gamma-\beta)(\gamma-\alpha)(2\gamma+\alpha+\beta) \\ \pm 4\Delta\sqrt{[(a+\beta-\gamma)(b+\gamma-\alpha)(c+\alpha-\beta)(a-\beta+\gamma)(b-\gamma+\alpha)(c-\alpha+\beta)]} \end{array}\right.}{16\Delta^2-4[a^2(\alpha-\beta)(\alpha-\gamma)+b^2(\beta-\gamma)(\beta-\alpha)+c^2(\gamma-\beta)(\gamma-\alpha)};$$

welches der Ausdruck des Halbmessers eines Kreises ist, der drei gegebene Kreise von innen berührt.

8.

Für den Fall, wenn einer der drei Kreise, z. B. der um C, ein Punct ist, also der gesuchte Kreis nur zwei Kreise berührt und dabei durch einen bestimmten Punct geht, giebt schon die Formel (34) den Halbmesser des gesuchten Kreises unmittelbar.

Ist auch der Halbmesser noch eines zweiten Kreises, z. B. desjenigen um B, also β, gleich Null, so dafs der Kreis um M_1 nur den einen Kreis um A berührt und dabei durch die beiden bestimmten Puncte B und C geht, so findet man den Halbmesser des gesuchten Kreises, wenn man in (40) β und γ, oder in (34) β gleich Null setzt. Dieses giebt

$$42.\ \varkappa_1 = \frac{a^2\alpha(a^2-b^2-c^2)+2a^2\alpha^3 \pm 4\Delta\sqrt{[a^2(b^2-\alpha^2)(c^2-\alpha^2)]}}{16\Delta^2-4a^2\alpha^2}.$$

Für den Fall endlich, wenn auch der dritte Kreis blofs ein Punct, also auch $\alpha = 0$ ist, und daher der gesuchte Kreis blofs durch drei gegebene Puncte geht, ist aus (42), wenn man $\alpha = 0$, oder aus (40), wenn man daselbst α, β und γ = Null setzt:

$$43.\ \varkappa_1 = \frac{\pm 4\Delta\sqrt{(a^2b^2c^2)}}{16\Delta^2} = \frac{\pm abc}{4\Delta};$$

welches der bekannte Ausdruck des Halbmessers eines Kreises ist, der durch drei Puncte geht, nemlich um ein Dreieck beschrieben ist, dessen Seiten a, b, c sind.

9.

Dem allgemeineren Ausdrucke des Halbmessers eines Kreises, der drei gegebene Kreise berührt (40), läfst sich auch noch folgende andere symmetrische Form geben.

Es ist nemlich

$$44. \begin{cases}(\alpha-\beta)(\alpha-\gamma)(2\alpha+\beta+\gamma)=2\alpha^3-\alpha^2\gamma-\alpha^2\beta-\alpha\beta^2-\alpha\gamma^2+\beta^2\gamma+\beta\gamma^2,\\(\beta-\gamma)(\beta-\alpha)(2\beta+\gamma+\alpha)=2\beta^3-\beta^2\alpha-\beta^2\gamma-\beta\gamma^2-\beta\alpha^2+\gamma^2\alpha+\gamma\alpha^2,\\(\gamma-\alpha)(\gamma-\beta)(2\gamma+\alpha+\beta)=2\gamma^3-\gamma^2\beta-\gamma^2\alpha-\gamma\alpha^2-\gamma\beta^2+\alpha^2\beta+\alpha\beta^2.\end{cases}$$

Multiplicirt man dieses der Reihe nach mit a^2, b^2 und c^2, so erhält man

$$\begin{array}{l}2a^2\alpha^3+2b^2\beta^3+2c^2\gamma^3\\(-a^2+b^2-c^2)(\alpha^2\gamma+\alpha\gamma^2)\\(-a^2-b^2+c^2)(\alpha^2\beta+\alpha\beta^2)\\(+a^2-b^2-c^2)(\beta^2\gamma+\beta\gamma^2);\end{array}$$

also ist in dem Zähler von (40) die Gröfse aufserhalb des Wurzelzeichens

$$45. \begin{cases}(a^2-b^2-c^2)(a^2\alpha+\beta\gamma(\beta+\gamma))+2a^2\alpha^3\\+(b^2-c^2-a^2)(b^2\beta+\alpha\gamma(\alpha+\gamma))+2b^2\beta^3\\+(c^2-a^2-b^2)(c^2\gamma+\alpha\beta(\alpha+\beta))+2c^2\gamma^3.\end{cases}$$

Desgleichen ist

$$\begin{array}{l}(\alpha-\beta)(\alpha-\gamma)=\alpha^2-\alpha\gamma-\beta\alpha+\beta\gamma,\\(\beta-\gamma)(\beta-\alpha)=\beta^2-\beta\alpha-\gamma\beta+\gamma\alpha,\\(\gamma-\alpha)(\gamma-\beta)=\gamma^2-\gamma\beta-\alpha\gamma+\alpha\beta;\end{array}$$

also ist im Nenner von (40) die von $16\Delta^2$ abzuziehende Gröfse

$$46.\ 4[a^2\alpha^2+b^2\beta^2+c^2\gamma^2+(a^2-b^2-c^2)\beta\gamma+(b^2-c^2-a^2)\alpha\gamma+(c^2-a^2-b^2)\alpha\beta];$$

folglich läfst sich $\varkappa_1$ auch wie folgt ausdrücken:

$$47.\ \varkappa_1=\frac{\begin{cases}(a^2-b^2-c^2)(a^2\alpha+\beta\gamma(\beta+\gamma))+(b^2-c^2-a^2)(b^2\beta+\gamma\alpha(\gamma+\alpha))\\\qquad+(c^2-a^2-b^2)(c^2\gamma+\alpha\beta(\alpha+\beta))\\\pm4\Delta\sqrt{[(a^2-(\beta-\gamma)^2)(b^2-(\gamma-\alpha)^2)(c^2-(\alpha-\beta)^2)]}+2a^2\alpha^3+2b^2\beta^3+2c^2\gamma^3\end{cases}}{\begin{array}{r}16\Delta^2-4(a^2\alpha^2+b^2\beta^2+c^2\gamma^2+(a^2-b^2-c^2)\beta\gamma+(b^2-c^2-a^2)\gamma\alpha\\+(c^2-a^2-b^2)\alpha\beta)\end{array}}.$$

10.

Die Ausdrücke des Halbmessers $\varkappa_1$ des drei gegebene Kreise berührenden Kreises (40 und 47) geben nun zwei verschiedene Werthe von $\varkappa_1$, während dieser Halbmesser, wenn der Kreis die drei gegebenen auf eine

bestimmte Weise, innerhalb oder aufserhalb berühren soll, doch offenbar nur einen Werth haben kann. Es kommt also darauf an, die Bedeutung der zwei Werthe von $\varkappa_1$ in den Formeln (40 und 47) zu erklären. Solches geschieht, wie folgt, aus den aus der Figur genommenen Grundgleichungen (6), aus welchen $\varkappa_1$ entwickelt wurde.

Diese Gleichungen, nemlich:

$$48.\ \begin{cases} x^2+y^2=(\varkappa_1+\gamma)^2, \text{ das heifst, } CX_1^2+M_1X_1^2=CM_1^2 \\ (a-x)^2+y^2=(\varkappa_1+\beta)^2 \quad \text{oder} \quad BX_1^2+M_1X_1^2=BM_1^2 \\ (x-p)^2+(q-y)^2=(\varkappa_1+\alpha)^2 \quad \text{oder} \quad Q_1M_1^2+Q_1A^2=AM_1^2 \end{cases}$$

wurden aufgestellt, um den Halbmesser $M_1A_1=M_1B_1=M_1C_1=\varkappa_1$ des Kreises um M_1 zu finden, der die gegebenen drei Kreise um A, B, C innerhalb, in A_1, B_1, C_1 berührt. Hätte man statt dessen den Halbmesser $M_2A_2=M_2B_2=M_2C_2=\varkappa_2$ des Kreises um M_2 gesucht, der die drei gegebenen Kreise um A, B, C aufserhalb, in A_2, B_2, C_2 berührt, so würden die Grundgleichungen, weil M_2A, M_2B, M_2C verlängert durch die Berührungs-Puncte A_2, B_2, C_2 des Kreises um M_2 mit den Kreisen um A, B, C gehen müssen, indem M_2A_2, M_2B_2, M_2C_2 auf den gemeinschaftlichen Tangenten der sich berührenden Kreise senkrecht stehen, folgende gewesen sein:

$$49.\ \begin{cases} CX_2^2+M_2X_2^2=CM_2^2, \text{ d.h. } x_1^2+y_1^2=(\varkappa_2-\gamma)^2=(\gamma-\varkappa_2)^2 \\ BX_2^2+M_2X_2^2=BM_2^2, \text{ d.h. } (a-x_1)^2+y_1^2=(\varkappa_2-\beta)^2=(\beta-\varkappa_2)^2 \\ Q_2M_2^2+Q_2A^2=AM_2^2, \text{ d.h. } (x_1-p)^2+(q-y_1)^2=(\varkappa_2-\alpha)^2=(\alpha-\varkappa_2)^2. \end{cases}$$

Da bei der Entwickelung von $\varkappa_1$ und $\varkappa_2$ aus den Gleichungen (48 und 49) x, y und x_1, y_1, so wie p und q zuletzt gänzlich weggefallen sind und sich $\varkappa_1$, sowohl als $\varkappa_2$, blofs durch a, b, c und α, β, γ ausgedrückt finden, so dafs es ganz gleichgültig ist, ob man in (49) CX_2 und M_2X_2 durch x_1 und y_1, oder, wie in (48), ebenfalls blofs durch x und y bezeichnet, so sind die Ausdrücke (49) von denen (48) für in nichts weiter verschieden zu erachten, als dafs in (49) $-\varkappa_2$ statt des $\varkappa_1$ in (48) steht, und, umgekehrt, in (49) $\varkappa_2$ statt des $-\varkappa_1$ in (48). Es müssen also nothwendig die Formeln (48) nicht blofs den Werth von $\varkappa_1$, sondern auch den den Formeln (49) entsprechenden Werth von $-\varkappa_2$ geben, und die Formeln (49) nicht blofs den Werth von $\varkappa_2$, sondern auch den den Formeln (48) entsprechenden Werth

von $-\varkappa_1$. Die beiden Gruppen von Formeln (48 und 49) können daher zusammen nicht vier verschiedene Werthe für die gesuchte Gröfse, sondern nur dieselben zwei Werthe von $\varkappa_1$ und $\varkappa_2$ geben; nemlich die Gleichungen (48) müssen $\varkappa_1$ und $-\varkappa_2$ und die Gleichungen (49) $\varkappa_2$ und $-\varkappa_1$ geben. Die beiden Werthe von $\varkappa_1$, welche (47) giebt, sind also nothwendig der Halbmesser $M_1A_1 = M_1B_1 = M_1C_1 = \varkappa_1$ des Kreises um M_1, welcher die drei gegebenen Kreise um A, B, C innerhalb, in A_1, B_1, C_1 berührt, und der Halbmesser $M_2A_2 = M_2B_2 = M_2C_2 = \varkappa_2$ des Kreises um M_2, welcher die drei gegebenen Kreise um A, B, C aufserhalb, in A_2, B_2, C_2 berührt, diesen letzteren mit entgegengesetztem Zeichen genommen. Eben so würden die beiden Werthe von $\varkappa_2$, welche das Resultat der Entwickelung von $\varkappa_2$ aus den Gleichungen (49) ausdrücken mufs, der Halbmesser $M_2A_2 = M_2B_2 = M_2C_2 = \varkappa_2$ des Kreises um M_2 sein, welcher die drei gegebenen Kreise um A, B, C aufserhalb, in A_2, B_2, C_2 berührt, und der Halbmesser $M_1A_1 = M_1B_1 = M_1C_1 = \varkappa_1$ des Kreises um M_1, welcher die drei gegebenen Kreise um A, B, C innerhalb, in A_1, B_1, C_1 berührt, diesen letzteren Halbmesser mit entgegengesetztem Zeichen genommen.

Von den vier Werthen des Ausdrucks von $\varkappa_1$ (47) und desjenigen von $\varkappa_2$, die die Entwickelung aus den Formeln (49) geben würde, müssen daher nothwendig zwei und zwei, bis auf das Zeichen, identisch einander gleich sein. Dieses ist auch in der That der Fall. Den Unterschied zwischen den Gleichungen (49 und 48) kann man nemlich auch als darin bestehend betrachten, dafs in (49) $-\alpha$, $-\beta$, $-\gamma$ an der Stelle der Gröfsen $+\alpha$, $+\beta$, $+\gamma$ in (48) stehen. Man mufs daher aus (49), auch ohne neue Entwickelung, die Werthe von $\varkappa_2$ unmittelbar aus dem Ausdrucke (47) von $\varkappa_1$ finden, welchen (48) giebt, wenn man in diesem Ausdrucke $-\alpha$, $-\beta$, $-\gamma$ statt $+\alpha$, $+\beta$, $+\gamma$ schreibt.

Bezeichnet man nun der Kürze wegen

$$50.\quad \begin{cases} (a^2-b^2-c^2)(a^2\alpha+\beta\gamma(\beta+\gamma))+(b^2-c^2-a^2)(b^2\beta+\gamma\alpha(\gamma+\alpha)) \\ +(c^2-a^2-b^2)(c^2\gamma+\alpha\beta(\alpha+\beta))+2a^2\alpha^3+2b^2\beta^3+2c^2\gamma^3 \text{ durch } +M, \\ 4\Delta\sqrt{[(a^2-(\beta-\gamma)^2)(b^2-(\gamma-\alpha)^2)(c^2-(\alpha-\beta)^2)]} \text{ durch } \sqrt{P} \text{ und} \\ 16\Delta^2-4(a^2\alpha^2+b^2\beta^2+c^2\gamma^2+(a^2-b^2-c^2)\beta\gamma+(b^2-c^2-a^2)\gamma\alpha \\ \qquad +(c^2-a^2-b^2)\alpha\beta) \text{ durch } N, \end{cases}$$

so ist gemäfs (47)

$$51.\quad \varkappa_1 = \frac{+M \pm \sqrt{P}}{+N}.$$

Nun geht, wie aus (50) zu sehen, wenn man $-\alpha$, $-\beta$, $-\gamma$ statt $+\alpha$, $+\beta$, $+\gamma$ setzt, $+M$ in $-M$ über, $\sqrt{P}$ und $+N$ aber ändern sich nicht: also ist der Ausdruck von $\varkappa_2$, den die Entwicklung der Gleichungen (49) geben mufs,

$$52.\quad \varkappa_2 = \frac{-M \pm \sqrt{P}}{+N}.$$

Die vier Gröfsen, welche (51 und 52) ausdrücken, sind also

$$53.\quad \begin{cases} \overset{1}{\varkappa}_1 = \dfrac{+M+\sqrt{P}}{+N}, & \overset{2}{\varkappa}_1 = \dfrac{+M-\sqrt{P}}{+N} \\ \overset{1}{\varkappa}_2 = \dfrac{-M+\sqrt{P}}{+N}, & \overset{2}{\varkappa}_2 = \dfrac{-M-\sqrt{P}}{+N} \end{cases}$$

und es ist daher in der That, identisch,

$$54.\quad \begin{cases} \overset{1}{\varkappa}_1 = -\overset{2}{\varkappa}_2 \text{ und} \\ \overset{2}{\varkappa}_1 = -\overset{1}{\varkappa}_2; \end{cases}$$

wie es sein mufs.

Auf ähnliche Weise verhält es sich, wenn man die zusammengehörigen Halbmesser der Kreise sucht, die zwei von den gegebenen drei Kreisen innerhalb, den dritten aufserhalb, und jene zwei aufserhalb, den dritten innerhalb berühren. Die Resultate der Rechnungen geben das Gesuchte vollständig, und zugleich keine Ausdrücke, die nicht ihre bestimmte Bedeutung hätten.

11.

Es giebt in Allem nicht mehr als 8 berührende Kreise, nemlich: die beiden, welche alle drei gegebenen Kreise innerhalb und aufserhalb berühren, und die sechs, welche zwei von den gegebenen Kreisen innerhalb und den dritten aufserhalb berühren, und umgekehrt jene beiden aufserhalb und den dritten innerhalb.

Für die Berührung innerhalb, oder mit der convexen Seite, sind die Halbmesser α, β, γ positiv, für die Berührung aufserhalb,

oder mit der concaven Seite, negativ zu nehmen. Die 8 Fälle sind also folgende:

$$55.\quad \begin{cases} +\alpha,\ +\beta,\ +\gamma; & -\alpha,\ -\beta,\ -\gamma; \\ +\alpha,\ +\beta,\ -\gamma; & -\alpha,\ -\beta,\ +\gamma; \\ +\alpha,\ -\beta,\ +\gamma; & -\alpha,\ +\beta,\ -\gamma; \\ -\alpha,\ +\beta,\ +\gamma; & +\alpha,\ -\beta,\ -\gamma. \end{cases}$$

Für alle diese Fälle findet man den Halbmesser der berührenden Kreise unmittelbar aus (47), wenn man zuerst α, β, γ positiv; darauf γ negativ und α, β positiv; sodann β negativ und α und γ positiv, und endlich α negativ und β und γ positiv setzt. Die zweifachen Werthe von $\varkappa$, welche die Formel ausdrückt, sind dann die Halbmesser der berührenden Kreise in den horizontal neben einander stehenden Paaren von Fällen (55); nur je der eine Werth immer mit entgegengesetztem Zeichen genommen.

Bezeichnet man also den Werth der Gröfsen M, $\sqrt{P}$ und N (50)

$$56.\quad \begin{cases} \text{in dem Fall } +\alpha,\ +\beta,\ +\gamma \text{ durch } M_1,\ \sqrt{P_1} \text{ und } N_1, \\ \text{in dem Fall } +\alpha,\ +\beta,\ -\gamma \text{ durch } M_2,\ \sqrt{P_2} \text{ und } N_2, \\ \text{in dem Fall } +\alpha,\ -\beta,\ +\gamma \text{ durch } M_3,\ \sqrt{P_3} \text{ und } N_3 \text{ und} \\ \text{in dem Fall } -\alpha,\ +\beta,\ +\gamma \text{ durch } M_4,\ \sqrt{P_4} \text{ und } N_4, \end{cases}$$

so sind, zufolge (§. 10), die Halbmesser der berührenden Kreise in den verschiedenen Fällen (55) folgende:

$$57.\quad \begin{cases} \varkappa_1 = \dfrac{-M_1+\sqrt{P_1}}{N_1}, & \varkappa_2 = \dfrac{M_1+\sqrt{P_1}}{N_1}, \\ \varkappa_3 = \dfrac{-M_2+\sqrt{P_2}}{N_2}, & \varkappa_4 = \dfrac{M_2+\sqrt{P_2}}{N_2}, \\ \varkappa_5 = \dfrac{-M_3+\sqrt{P_3}}{N_3}, & \varkappa_6 = \dfrac{M_3+\sqrt{P_3}}{N_3}, \\ \varkappa_7 = \dfrac{-M_4+\sqrt{P_4}}{N_4}, & \varkappa_8 = \dfrac{M_4+\sqrt{P_4}}{N_4}, \end{cases}$$

12.

Es kann indessen weniger als 8 berührende Kreise geben. Es fallen nemlich deren aus, wenn die Gröfse P (50) negativ, also $\sqrt{P}$ imaginair ist.

Um die Zahl der möglichen berührenden Kreise in den verschiedenen Fällen zu finden, setze man

$$58. \begin{cases} \beta - \gamma = m, \\ \gamma - \alpha = n, \\ \alpha - \beta = s; \end{cases} \qquad 59. \begin{cases} \beta + \gamma = \mu, \\ \gamma + \alpha = \nu, \\ \alpha + \beta = \sigma; \end{cases}$$

so ist zufolge (56 und 57)

60. $P_1 = (a^2 - m^2)(b^2 - n^2)(c^2 - s^2)$, nemlich für $+\alpha$, $+\beta$ und $+\gamma$,

61. $P_2 = (a^2 - \mu^2)(b^2 - \nu^2)(c^2 - s^2)$, nemlich für $+\alpha$, $+\beta$ und $-\gamma$,

62. $P_3 = (a^2 - \mu^2)(b^2 - n^2)(c^2 - \sigma^2)$, nemlich für $+\alpha$, $-\beta$ und $+\gamma$,

63. $P_4 = (a^2 - m^2)(b^2 - \nu^2)(c^2 - \sigma^2)$, nemlich für $-\alpha$, $+\beta$ und $+\gamma$.

Nun seien

Erstlich, die Gröfsen m^2, n^2 und s^2 alle drei kleiner als die correspondirenden a^2, b^2 und c^2.

Sind alsdann auch alle die drei Gröfsen μ^2, ν^2 und σ^2 kleiner als die correspondirenden a^2, b^2 und c^2,

A. so sind alle vier P positiv, und es finden 8 berührende Kreise Statt.

B. Ist dagegen nur eine der drei Gröfsen μ^2, ν^2 und σ^2 gröfser als die correspondirende von den dreien a^2, b^2 und c^2, z. B. $\mu^2 > a^2$, so sind P_2 und P_3 negativ und nur P_1 und P_4 sind positiv, und folglich giebt es nur 4 berührende Kreise.

C. Sind von den drei Gröfsen μ^2, ν^2 und σ^2 nur zwei gröfser als die correspondirenden von den dreien a^2, b^2 und c^2, z. B. $\mu^2 > a^2$ und $\nu^2 > b^2$, so sind nur P_1 und P_2 positiv, und folglich giebt es wieder nur 4 berührende Kreise.

D. Sind alle drei Gröfsen μ^2, ν^2 und σ^2 gröfser als die correspondirenden a^2, b^2 und c^2, so sind alle vier P positiv, und folglich giebt es alsdann 8 berührende Kreise.

Zweitens. Es sei eine von den drei Gröfsen m^2, n^2 und s^2 gröfser als die correspondirende aus den dreien a^2, b^2 und c^2, z. B. $m^2 > a^2$.

Alsdann ist zunächst um so mehr $\mu^2 > a^2$, weil immer $\mu = \beta + \gamma > m = \beta - \gamma$ ist.

Ist also:

A. Nicht zugleich noch eine der andern beiden Gröfsen ν^2 und σ^2 gröfser als die correspondirenden b^2 und c^2, so sind alle vier P negativ, und es findet folglich kein berührender Kreis Statt.

B. Ist dagegen noch eine der beiden Gröfsen ν^2 und σ^2 gröfser als die correspondirende b^2 oder c^2, z. B. $\nu^2 > b^2$, so sind P_2 und P_4 positiv, und folglich giebt es 4 berührende Kreise.

C. Sind beide Gröfsen ν^2 und σ^2 gröfser als die correspondirenden b^2 und c^2, so ist kein P positiv, und folglich giebt es keinen berührenden Kreis.

Drittens. Es seien zwei von den drei Gröfsen m^2, n^2 und s^2 gröfser als die beiden correspondirenden aus den dreien a^2, b^2 und c^2, z. B. $m^2 > a^2$ und $n^2 > b^2$.

Alsdann ist zunächst um so mehr $\mu^2 > a^2$ und $\nu^2 > b^2$.

Ist also:

A. Nicht zugleich noch die dritte der Gröfsen $\sigma^2 > c^2$, so sind alle vier P positiv, und es giebt 8 berührende Kreise.

B. Ist dagegen zugleich auch $\sigma^2 > c^2$, so sind nur P_1 und P_2 positiv, und es giebt nur 4 berührende Kreise.

Viertens. Es seien endlich alle drei Gröfsen m^2, n^2 und s^2 gröfser als die correspondirenden a^2, b^2 und c^2.

Alsdann ist um so mehr $\mu^2 > a^2$, $\nu^2 > b^2$ und $\sigma^2 > c^2$.

Also sind alsdann alle vier P negativ, und folglich giebt es keinen berührenden Kreis.

Es giebt daher immer nur 8, oder 4, oder keine berührende Kreise; niemals 2 oder 6.

Dafs übrigens die vorausgesetzten Fälle alle möglich sind, ist leicht an einem Zahlen-Beispiel zu zeigen. Es sei z. B.

$$64. \quad \begin{cases} \alpha = 3, \\ \beta = 8, \\ \gamma = 17; \end{cases}$$

so ist

$$65. \quad \begin{cases} (\beta-\gamma)^2 = m^2 = 9^2, \\ (\gamma-\alpha)^2 = n^2 = 14^2, \\ (\alpha-\beta)^2 = s^2 = 5^2, \end{cases}$$

und

$$66.\quad \begin{cases} (\beta+\gamma)^2 = \mu^2 = 25^2, \\ (\gamma+\alpha)^2 = \nu^2 = 20^2, \\ (\alpha+\beta)^2 = \sigma^2 = 11^2, \end{cases}$$

und es wird den obigen Voraussetzungen durch folgende Werthe von a^2, b^2 und c^2 genuggethan.

Erstlich. A., durch $a^2 = 26^2$, $b^2 = 21^2$, $c^2 = 12^2$; denn es sind alsdann

67. $a^2 - m^2$, $b^2 - n^2$, $c^2 - s^2$, $a^2 - \mu^2$, $b^2 - \nu^2$, $c^2 - \sigma^2$ sämmtlich positiv.

B. Durch $a^2 = 26^2$, $b^2 = 21^2$, $c^2 = 10^2$; denn es sind alsdann

68. $\begin{cases} a^2 - m^2,\ b^2 - n^2,\ c^2 - s^2,\ a^2 - \mu^2 \text{ und } b^2 - \nu^2 \text{ positiv, und nur} \\ c^2 - \sigma^2 \text{ ist negativ.} \end{cases}$

C. Durch $a^2 = 26^2$, $b^2 = 19^2$, $c^2 = 10^2$; denn es ist alsdann

69. $\begin{cases} a^2 - m^2,\ b^2 - n^2,\ c^2 - s^2 \text{ und } a^2 - \mu^2 \text{ positiv und nur} \\ b^2 - \nu^2 \text{ und } c^2 - \sigma^2 \text{ sind negativ.} \end{cases}$

D. Durch $a^2 = 24^2$, $b^2 = 19^2$, $c^2 = 10^2$; denn es ist alsdann

70. $\begin{cases} a^2 - m^2,\ b^2 - n^2 \text{ und } c^2 - s^2 \text{ positiv und} \\ a^2 - \mu^2,\ b^2 - \nu^2 \text{ und } c^2 - \sigma^2 \text{ sind negativ.} \end{cases}$

Zweitens. A. Durch $a^2 = 8^2$, $b^2 = 21^2$, $c^2 = 14^2$; denn es sind alsdann

71. $\begin{cases} b^2 - n^2,\ c^2 - s^2,\ b^2 - \nu^2,\ c^2 - \sigma^2 \text{ positiv und nur} \\ a^2 - m^2 \text{ und } a^2 - \mu^2 \text{ sind negativ.} \end{cases}$

B. Durch $a^2 = 20^2$, $b^2 = 13^2$, $c^2 = 12^2$; denn es sind alsdann

72. $\begin{cases} a^2 - m^2,\ c^2 - s^2,\ c^2 - \sigma^2 \text{ positiv und} \\ b^2 - n^2,\ a^2 - \mu^2 \text{ und } b^2 - \nu^2 \text{ sind negativ.} \end{cases}$

C. Durch $a^2 = 20^2$, $b^2 = 13^2$, $c^2 = 10^2$; denn es sind alsdann

73. $\begin{cases} a^2 - m^2,\ c^2 - s^2 \text{ positiv und} \\ b^2 - n^2,\ a^2 - \mu^2,\ b^2 - \nu^2 \text{ und } c^2 - \sigma^2 \text{ sind negativ.} \end{cases}$

Drittens. A. Durch $a^2 = 8^2$, $b^2 = 13^2$, $c^2 = 12^2$; denn es sind alsdann

74. $\begin{cases} c^2 - s^2 \text{ und } c^2 - \sigma^2 \text{ positiv und} \\ a^2 - m^2,\ b^2 - n^2,\ a^2 - \mu^2 \text{ und } b^2 - \nu^2 \text{ sind negativ.} \end{cases}$

B. Durch $a^2 = 8^2$, $b^2 = 13^2$, $c^2 = 10^2$; denn es ist alsdann

$$75. \begin{cases} c^2 - s^2 \text{ positiv und} \\ a^2 - m^2,\ b^2 - n^2,\ a^2 - \mu^2,\ b^2 - \nu^2 \text{ und } c^2 - \sigma^2 \text{ sind negativ.} \end{cases}$$

C. Durch $a^2 = 8^2$, $b^2 = 10^2$, $c^2 = 4^2$; denn es sind alsdann

$$76.\quad a^2 - m^2,\ b^2 - n^2,\ c^2 - s^2,\ a^2 - \mu^2,\ b^2 - \nu^2,\ c^2 - \sigma^2 \text{ sämmtlich negativ.}$$

Übrigens sind auch alle die angezeigten Werthe von a, b und c möglich; denn überall ist die Summe der beiden kleinsten gröfser als die dritte; welches die Bedingung dafür ist, dafs a, b und c die Seiten eines Dreiecks sein können.

Aufgabe II. Die Kreislinie zu finden, welche zwei gegebene Kreise und eine gegebene gerade Linie berührt.

13.

Es werde in Fig. 2. zunächst der Kreis um M_1 gesucht, welcher die gegebene gerade Linie KL und die beiden gegebenen Kreise um B und C innerhalb oder mit seiner convexen Krümmung in B und C berührt.

Es sei

$$77. \begin{cases} PQ = a,\ PB = b,\ QC = c; \\ BB_1 = \beta,\ CC_1 = \gamma; \\ PA_1 = x,\ M_1A_1 = M_1B_1 = M_1C_1 = \varkappa_1; \end{cases}$$

so ist

$$78.\quad x^2 + (b - \varkappa_1)^2 = (\varkappa_1 + \beta)^2 \text{ und}$$

$$79.\quad (a - x)^2 + (c - \varkappa_1)^2 = (\varkappa_1 + \gamma)^2.$$

Aus (78 und 79) folgt

$$80.\quad x^2 = \beta^2 - b^2 + 2(\beta + b)\varkappa_1 \text{ und}$$

$$81.\quad (a - x)^2 = \gamma^2 - c^2 + 2(\gamma + c)\varkappa_1.$$

Es sei der Kürze wegen

$$82. \begin{cases} \beta - b = \delta,\ \gamma - c = \tau, \\ \beta + b = \varepsilon,\ \gamma + c = \lambda, \end{cases}$$

so ist aus (80 und 81)

$$83. \begin{cases} x^2 = \delta\varepsilon + 2\varepsilon\varkappa_1, \\ (a - x)^2 = \tau\lambda + 2\lambda\varkappa_1. \end{cases}$$

Daraus folgt

$$84.\quad a^2 - 2ax = \tau\lambda - \delta\varepsilon + 2(\lambda - \varepsilon)\varkappa_1;$$

desgleichen

$$x^2\lambda - (a-x)^2\varepsilon = \lambda\delta\varepsilon - \varepsilon\tau\lambda = \varepsilon\lambda(\delta - \tau), \text{ oder}$$

$$x^2(\lambda - \varepsilon) + 2a\varepsilon x - a^2\varepsilon = \varepsilon\lambda(\delta - \tau), \text{ oder}$$

$$x^2 - \frac{2a\varepsilon}{\varepsilon - \lambda}x + \frac{a^2\varepsilon + \varepsilon\lambda(\delta - \tau)}{\varepsilon - \lambda} = 0; \text{ also}$$

$$x = \frac{a\varepsilon}{\varepsilon - \lambda} \pm \sqrt{\left(\frac{a^2\varepsilon^2}{(\varepsilon-\lambda)^2} - \frac{a^2\varepsilon + \varepsilon\lambda(\delta-\tau)}{\varepsilon - \lambda}\right)}, \text{ oder}$$

$$x = \frac{a\varepsilon \pm \sqrt{(a^2\varepsilon^2 + a^2\lambda\varepsilon - a^2\varepsilon^2 + \varepsilon\lambda(\varepsilon - \lambda)(\tau - \delta))}}{\varepsilon - \lambda}, \text{ oder}$$

$$85.\quad x = \frac{a\varepsilon \pm \sqrt{(\varepsilon\lambda(a^2 + (\varepsilon - \lambda)(\tau - \delta)))}}{\varepsilon - \lambda}.$$

Dieses, in (84) gesetzt, giebt

$$a^2 - \frac{2a^2\varepsilon \mp 2a\sqrt{[\varepsilon\lambda(a^2(\varepsilon-\lambda)(\tau-\delta))]}}{\varepsilon - \lambda} = \tau\lambda - \delta\varepsilon + 2(\lambda - \varepsilon)\varkappa_1, \text{ oder}$$

$$-a^2(\varepsilon+\lambda) \mp 2a\sqrt{[\varepsilon\lambda(a^2 - (\varepsilon-\lambda)(\tau-\delta))]} + (\lambda - \varepsilon)(\tau\lambda - \delta\varepsilon) = -2(\lambda-\varepsilon)^2\varkappa_1, \text{ also}$$

$$86.\quad \varkappa_1 = \frac{(\varepsilon-\lambda)(\tau\lambda - \delta\varepsilon) + a^2(\lambda+\varepsilon) \pm 2a\sqrt{[\varepsilon\lambda(a^2 - (\lambda-\varepsilon)(\tau-\delta))]}}{2(\lambda-\varepsilon)^2}.$$

Setzt man hierin die Werthe von δ, ε, τ, λ, so erhält man

$$87.\quad \varkappa_1 = \frac{\begin{cases}(b-c+\beta-\gamma)(\gamma^2 - c^2 - (\beta^2 - b^2)) + a^2(b+c+\beta+\gamma) \\ \qquad \pm 2a^2\sqrt{[(b+\beta)(c+\gamma)(a^2 + (b-c)^2 - (\beta-\gamma)^2)]}\end{cases}}{2(c-b+\gamma-\beta)^2};$$

welches der gesuchte Halbmesser des Kreises um M_1 ist, der die gerade Linie in A_1 und die beiden gegebenen Kreise in B_1 und C_1 berührt.

14.

Sucht man den Kreis um M_2, welcher, nächst der gegebenen geraden Linie KL, die beiden gegebenen Kreise um B und C aufserhalb, oder mit seiner concaven Krümmung, in B_2 und C_2 berührt, so ergiebt sich das Resultat unmittelbar und ohne neue Rechnung, wenn man in die Formel für den Halbmesser des gesuchten berührenden Kreises $-\beta$ und $-\gamma$ statt

$+\gamma$ und $+\beta$ setzt. Das Gleiche mufs nemlich in den Formeln (78 und 79) geschehen, aus welchen $\varkappa_1$ gefunden wurde; denn diese Formeln heifsen jetzt, weil hier $x = PA_2$, $\varkappa_2 = M_2A_2 = M_2B_2 = M_2C_2$ und $BB_2 = \beta$, $CC_2 = \gamma$ ist,

$$88. \quad x^2+(b-\varkappa_2)^2 = (\varkappa-\beta)^2,$$

$$89. \quad (a-x)^2+(c-\varkappa_2)^2 = (\varkappa-\gamma)^2,$$

welche von denen (78 und 79) in nichts weiter verschieden sind, als dafs sich $-\beta$ und $-\gamma$ statt $+\beta$ und $+\gamma$ finden. Der Ausdruck des Halbmessers des Kreises um M_2, der, nächst der gegebenen geraden Linie, die beiden gegebenen Kreise aufserhalb oder mit seiner convexen Krümmung berührt, ist also

$$90. \quad \varkappa_2 = \frac{\left\{\begin{array}{l}(b-c-\beta+\gamma)(\gamma^2-c^2-\beta^2+b^2)+a^2(b-\beta+c-\gamma)\\ \qquad \pm 2a\surd[(b-\beta)(c-\gamma)(a^2+(b-c)^2-(\gamma-\beta)^2)]\end{array}\right.}{2(c-b-\gamma+\beta)^2}.$$

Ähnlich verhält es sich, wenn man den Kreis sucht, der, nächst der gegebenen geraden Linie, den einen der gegebenen Kreise mit seiner convexen, den andern mit seiner concaven Krümmung berührt. Man darf nur in (87) $-\beta$ statt $+\beta$ setzen, wenn es der Kreis um B ist, den der gesuchte Kreis mit seiner concaven Krümmung berühren soll, und $-\gamma$ statt $+\gamma$, wenn es der Kreis um C ist. Man findet also für jenen und diesen Fall:

$$91. \quad \varkappa = \frac{\left\{\begin{array}{l}(b-c-\beta-\gamma)(\gamma^2-c^2-\beta^2+b^2)+a^2(b+c-\beta+\gamma)\\ \qquad \pm 2a\surd[(b-\beta)(c+\gamma)(a^2+(b+c)^2-(\beta+\gamma)^2)]\end{array}\right.}{2(c-b+\gamma+\beta)^2} \text{ und}$$

$$92. \quad \varkappa = \frac{\left\{\begin{array}{l}(b-c+\beta+\gamma)(\gamma^2-c^2-\beta^2+b^2)+a^2(b+c+\beta-\gamma)\\ \qquad \pm 2a\surd[(b+\beta)(c-\gamma)(a^2+(b-c)^2-(\beta+\gamma)^2)]\end{array}\right.}{2(c-b-\gamma-\beta)^2}.$$

15.

Die Formeln (87. 90. 91 und 92) geben jede zwei verschiedene Werthe für die Halbmesser $\varkappa$; und in der That ist jede Art der Berührung der gegebenen Kreise und der gegebenen geraden Linie zweifach

möglich. Zwei Kreise nämlich können, nächst der geraden Linie, die gegebenen Kreise mit ihrer convexen Krümmung berühren, der eine in B_1 und C_1 und die gerade Linie in A_1, der andere die Kreise etwa in B_3 und C_3 und die gerade Linie links von P. Zwei Kreise können, nächst der geraden Linie, die beiden gegebenen Kreise mit ihrer concaven Krümmung berühren, der eine in B_2 und C_2 und die gerade Linie in A_2, der andere die Kreise etwa in B_4 und C_4 und die gerade Linie in A_4. Zwei Kreise können, nächst der geraden Linie, den Kreis um B mit ihrer concaven und den Kreis um C mit ihrer convexen Krümmung berühren, der eine die Kreise in B_5 und C_5 und die gerade Linie in A_5, der andere die Kreise etwa in B_6 und C_6 und die gerade Linie in A_6. Zwei Kreise endlich können, nächst der geraden Linie, den Kreis um C mit ihrer concaven und den Kreis um B mit ihrer convexen Krümmung berühren, der eine die Kreise in B_7 und C_7 und die gerade Linie in A_7, der andere die Kreise etwa in B_8 und C_8 und die gerade Linie links von P.

Es fallen aber Berührungs-Kreise aus, wenn in den Ausdrücken von $\varkappa$ die Gröfse unter dem Wurzelzeichen negativ, also die Wurzelgröfse imaginair ist. Die Formel zeigt, dafs in solchem Falle die Berührungs-Kreise paarweise ausfallen.

Die Mittelpuncte der gegebenen Kreise können auch auf verschiedenen Seiten der gegebenen geraden Linie liegen, so dafs b oder c, oder beide, negativ sind; nicht aber die ganzen Kreise. Denn ist das letztere der Fall, so kann kein Kreis die gegebenen Kreise berühren, ohne die gegebene gerade Linie zu schneiden; so dafs er also dann diese Linie nicht berühren kann.

Es sind es aber die Formeln für $\varkappa$ nicht allein, welche anzeigen, ob Berührungs-Kreise ausfallen, sondern es kann auch schon sein, dafs die aus der Figur genommenen Gleichungen (78 und 79), aus welchen die Ausdrücke von $\varkappa$ gefunden werden, nicht Statt finden. Diese Gleichungen erfordern, weil x^2 und $(a-x)^2$, als Quadrate, nothwendig positiv sind, dafs jedenfalls

$$93.\quad (\varkappa+\beta)^2 > (\varkappa-b)^2 \text{ und zugleich}$$

$$94.\quad (\varkappa+\gamma)^2 > (\varkappa-c)^2$$

sei. Ist dieses nicht der Fall, so finden die Ausdrücke von $\varkappa$ gar nicht

Statt und folglich auch keine Berührungs-Kreise für die Fälle, wo die Bedingungen (93 und 94) nicht erfüllt werden.

16.

Die Auflösung der Aufgabe, die Kreislinien zu finden, welche einen gegebenen Kreis und eine gegebene gerade Linie berühren, während sie zugleich durch einen gegebenen Punct gehen, ist als besonderer Fall in der vorigen enthalten und man findet die Halbmesser der gesuchten Kreise, wenn men den Halbmesser desjenigen Kreises, statt dessen ein Punct gegeben ist, gleich Null setzt.

Ist z. B. $\beta = 0$, so erhält man aus (87)

$$95.\quad \varkappa = \frac{(b-c-\gamma)(\gamma^2-c^2+b^2)+a^2(b+c+\gamma) \pm 2a\sqrt{[b(c+\gamma)(a^2+(b-c)^2-\gamma^2)]}}{2(c-b-\gamma)^2}$$

für den Kreis, der den gegebenen mit seiner convexen Krümmung berührt, und

$$96.\quad \varkappa = \frac{(b-c+\gamma)(\gamma^2-c^2+b^2)+a^2(b+c-\gamma) \pm 2a\sqrt{[b(c-\gamma)(a^2+(b-c)^2-\gamma^2)]}}{2(c-b+\gamma)^2}$$

für den Halbmesser des Kreises, der den gegebenen mit seiner concaven Krümmung berührt. Es finden dabei ähnliche Bemerkungen Statt, wie in (15).

17.

Ferner ist die Aufgabe, die Kreislinie zu finden, welche eine gegebene gerade Linie berührt und durch zwei gegebene Puncte geht, wieder als besonderer Fall in der Aufgabe (§. 16.) enthalten und man findet den Halbmesser der gesuchten Kreise, wenn man γ gleich Null setzt, also

$$\varkappa = \frac{(b-c)(b^2-c^2)+a^2(b+c) \pm 2a\sqrt{[bc(a^2+(b-c)^2)]}}{2(c-b)} \text{ oder}$$

$$97.\quad \varkappa = \frac{(b+c)(a^2+(b-c)^2) \pm 2a\sqrt{[bc(a^2+(b-c)^2)]}}{2(c-b)},$$

oder auch, da $a^2+(b-c)^2$ nichts anders als das Quadrat der Linie BC ist, wenn man diese Linie durch e bezeichnet,

$$98.\quad \varkappa = \frac{(b+c)e^2 \pm 2a\sqrt{(ebc)}}{2(c-b)}.$$

Aufgabe III. Die Kreislinie zu finden, welche einen gegebenen Kreis und zwei gegebene gerade Linien berührt.

18.

Es werde zunächst in Fig. 3. die Kreislinie um M_1 gesucht, welche, nächst den beiden gegebenen geraden Linien EB und EC, den gegebenen Kreis um A mit ihrer convexen Krümmung berührt.

Die Lage des gegebenen Kreises um A gegen die gegebenen geraden Linien EB und EC und die Lage dieser Linien selbst, wird z. B. bestimmt durch

$$99.\quad EA = a,\ AB = b \text{ und } AC = c,$$

wenn AB und AC auf EB und EC perpendiculair stehen. Der Halbmesser des gegebenen Kreises sei

$$100.\quad AA_1 = \alpha.$$

Es sei ferner der Halbmesser des gesuchten Kreises

$$101.\quad \begin{cases} M_1P_1 = M_1Q_1 = M_1A_1 = \varkappa_1 \text{ und} \\ EP_1 = x,\ EB = m,\ EC = n. \end{cases}$$

Alsdann ist

$$102.\quad m^2 = a^2 - b^2 \text{ und}$$

$$103.\quad n^2 = a^2 - c^2;$$

desgleichen, da $EP_1 = EQ_1 = x$ ist,

$$104.\quad (n-x)^2 + (c-\varkappa_1)^2 = (\alpha+\varkappa_1)^2 \text{ und}$$

$$105.\quad (m-x)^2 + (b-\varkappa_1)^2 = (\alpha+\varkappa_1)^2;$$

aus welchen letzteren beiden Gleichungen $\varkappa_1$ zu suchen ist.

Es folgt daraus

$$106.\quad n^2 - m^2 - 2nx + 2mx + c^2 - b^2 - 2c\varkappa_1 + 2b\varkappa_1 = 0,$$

und da $n^2 + c^2 = a^2$ und $m^2 + b^2 = a^2$ ist (102 und 103),

$$107.\quad (m-n)x = (c-b)\varkappa_1.$$

Ferner folgt, z. B. aus (104),

$$n^2 - 2nx + x^2 + c^2 - 2c\varkappa_1 = \alpha^2 + 2\alpha\varkappa_1 \text{ oder}$$

108. $x^2 - 2nx - 2(c+\alpha)\varkappa_1 + a^2 - \alpha^2 = 0$ oder

109. $(m-n)^2 x^2 - 2n(m-n)^2 x - 2(m-n)^2(c+\alpha)\varkappa_1 + (m-n)^2(a^2-\alpha^2) = 0.$

Setzt man hierin den Werth von $(m-n)x$ aus (107), so erhält man

$$(c-b)^2\varkappa_1^2 - 2n(m-n)(c-b)\varkappa_1 - 2(m-n)^2(c+\alpha)\varkappa_1 + (m-n)^2(a^2-\alpha^2) = 0 \text{ oder}$$

110. $\varkappa_1^2 - \frac{2(m-n)}{(c-b)^2}((c-b)n + (m-n)(c+\alpha))\varkappa_1 + \frac{(m-n)^2}{(c-b)^2}(a^2-\alpha^2) = 0,$

also

$$\varkappa_1 = \frac{m-n}{(c-b)^2}((c-b)n + (m-n)(c+\alpha))$$
$$\pm \sqrt{\frac{[(m-n)^2((c-b)n + (m-n)(c+\alpha))^2 - (m-n)^2(c-b)^2(a^2-\alpha^2)]}{(c-b)^2}} \text{ oder}$$

$$\varkappa_1 = \frac{m-n}{(c-b)^2}[mc - nb + (m-n)\alpha$$
$$\pm \sqrt{((c-b)^2 n^2 + 2n(c-b)(m-n)(c+\alpha) + (m-n)^2(c+\alpha)^2 - (c-b)^2(n^2 + c^2 - \alpha^2))}] \text{ oder}$$

111. $\varkappa_1 = \frac{m-n}{(c-b)^2}[mc - nb + (m-n)\alpha$
$$\pm \sqrt{(c+\alpha)}\sqrt{((m-n)^2(c+\alpha) + 2n(c-b)(m-n) - (c-b)^2(c-\alpha))}].$$

Dieses ist der Halbmesser des Kreises um M_1, welcher die beiden gegebenen geraden Linien und mit seiner convexen Krümmung den gegebenen Kreis berührt. Hätte man den Werth von x aus (107) statt in die Gleichung (104) in diejenige (105) gesetzt, so würde man gefunden haben:

112. $\varkappa_1 = \frac{m-n}{(c-b)^2}[mc - nb + (m-n)\alpha$
$$\pm \sqrt{(b+\alpha)}\sqrt{((m-n)^2(b+\alpha) + 2m(c-b)(m-n) - (c-b)^2(b-\alpha))}];$$

welches also mit (111) identisch das Nemliche sein mufs.

19.

Will man die Lage des gegebenen Kreises und der gegebenen geraden Linien, statt wie vorhin durch $EA = a$, $AB = b$ und $AC = c$, vielmehr durch

113. $EA = a$, $AH = \beta$ und $AL = \gamma$

bestimmen, wo LAH eine auf EA senkrechte gerade Linie ist, so darf man nur die bisherigen b, c, m und n durch α, β und γ ausdrücken.

Es ist, wegen Ähnlichkeit der Dreiecke,

$$114.\quad \begin{cases} \frac{a}{m} = \frac{\beta}{b} \text{ und } \frac{a}{n} = \frac{\gamma}{c} \text{ und} \\ \frac{a}{b} = \frac{\sqrt{(a^2+\beta^2)}}{\beta},\ \frac{a}{c} = \frac{\sqrt{(a^2+\gamma^2)}}{\gamma}, \end{cases}$$

also

$$m = \frac{ab}{\beta},\quad n = \frac{ac}{\gamma} \text{ und}$$

$$115.\quad b = \frac{a\beta}{\sqrt{(a^2+\beta^2)}},\quad c = \frac{a\gamma}{\sqrt{(a^2+\gamma^2)}},$$

$$116.\quad m = \frac{a^2}{\sqrt{(a^2+\beta^2)}},\quad n = \frac{a^2}{\sqrt{(a^2+\gamma^2)}},$$

oder, wenn man der Kürze wegen

$$117.\quad EH = \sqrt{(a^2+\beta^2)} = \mu \text{ und}$$

$$118.\quad EL = \sqrt{(a^2+\gamma^2)} = \nu$$

setzt,

$$119.\quad b = \frac{a\beta}{\mu},\quad c = \frac{a\gamma}{\nu},$$

$$120.\quad m = \frac{a^2}{\mu},\quad n = \frac{a^2}{\nu}.$$

Dieses, in (111) substituirt, giebt

$$x_1 = \frac{\frac{a^2}{\mu} - \frac{a^2}{\nu}}{\left(\frac{a\gamma}{\nu} - \frac{a\beta}{\mu}\right)^2} \Bigg[\frac{a^3\gamma}{\mu\nu} - \frac{a^3\beta}{\mu\nu} + \left(\frac{a^2}{\mu} - \frac{a^2}{\nu}\right)\alpha$$

$$\pm \sqrt{\left(\frac{a\gamma}{\nu} + \alpha\right)} \sqrt{\left(\left(\frac{a^2}{\mu} - \frac{a^2}{\nu}\right)^2 \left(\frac{a\gamma}{\nu} + \alpha\right) - \frac{2a^2}{\nu}\left(\frac{a\gamma}{\nu} - \frac{a\beta}{\mu}\right)\left(\frac{a^2}{\mu} - \frac{a^2}{\nu}\right)\right.}$$

$$\left. - \left(\frac{a\gamma}{\nu} - \frac{a\beta}{\mu}\right)^2 \left(\frac{a\gamma}{\nu} - \alpha\right)\right)\Bigg] \text{ oder}$$

$$121.\quad x_1 = \frac{(\nu-\mu)a}{(\mu\gamma-\nu\beta)^2\nu}[a^2(\gamma-\beta)\nu + a(\nu-\mu)\nu\alpha$$

$$\pm\sqrt{(a\gamma+\nu\alpha)}\sqrt{((\nu-\mu)^2(a\gamma+\nu\alpha)^2 - 2a^3(\mu\gamma-\nu\beta)(\nu-\mu) - (\mu\gamma-\nu\beta)^2(a\gamma-\nu\alpha))}].$$

20.

Verlangt man den Kreis, der, nächst den beiden gegebenen geraden Linien, den gegebenen Kreis mit seiner concaven Krümmung berührt, so ist wieder, wie in der Figur leicht zu sehen, blofs $-\alpha$ statt $+\alpha$ zu setzen. Der Halbmesser dieses Kreises ist also:

$$122.\quad \varkappa_2 = \frac{m-n}{(c-b)^2}\Big[mc-nb-(m-n)\alpha \\ \pm\sqrt{(c-\alpha)}\sqrt{((m-n)^2(c-\alpha)-2n(c-b)(m-n)-(c-b)^2(c+\alpha))}\Big].$$

21.

Die Ausdrücke (111 und 122) geben jeder zwei verschiedene Werthe von $\varkappa$. In der That kann auch, wie die Figur zeigt, der gegebene Kreis, nächst den beiden gegebenen geraden Linien, sowohl von der convexen, als von der concaven Krümmung zweier verschiedenen Kreise berührt werden.

So wie die Gröfse unter dem Wurzelzeichen negativ wird, ist $\varkappa$ imaginair und es findet also dann keine Berührung Statt.

22.

In dem Falle $c=b$, wo auch $m=n$ ist, geben die Ausdrücke (111 und 112) die Werthe von $\varkappa$ nicht, sondern lassen sie unbestimmt. In der That sind auch alsdann die beiden Gleichungen (104 und 105), aus welchen $\varkappa$ gefunden wurde, nur eine einzige, und diese eine Gleichung kann nicht x und $\varkappa$ beide geben. Es kommt aber dann zu der Gleichung

$$123.\quad (n-x)^2+(c-\varkappa)^2=(\alpha+\varkappa)^2 \ (104)$$

noch aus der Figur die Gleichung

$$124.\quad \frac{x}{n}=\frac{\varkappa}{c}$$

hinzu. Setzt man aus derselben die Werthe von x in (123), so erhält man

$$\left(n-\frac{n\varkappa}{c}\right)^2+(c-\varkappa)^2=(\alpha+\varkappa)^2 \text{ oder}$$

$$n^2(c-\varkappa)^2+c^2(c-\varkappa)^2=(\alpha+\varkappa)^2c^2 \text{ oder}$$

$$a^2(c-\varkappa)^2 = (\alpha+\varkappa)^2 c^2 \text{ oder}$$

$$a(c-\varkappa) = \pm c(\alpha+\varkappa) \text{ oder}$$

$$(a\mp\alpha)c = (\pm c+a)\varkappa, \text{ also}$$

$$\varkappa = \frac{a\mp\alpha}{a\pm c}c, \text{ das heifst,}$$

$$125. \quad \varkappa = \frac{a-\alpha}{a+c}c \text{ und } \varkappa = \frac{a+\alpha}{a-c}c;$$

welches die Halbmesser der beiden Kreise sind, die mit ihrer convexen Krümmung den gegebenen Kreis und die beiden gegebenen geraden Linien berühren.

Die Halbmesser derjenigen beiden Kreise, welche mit ihrer concaven Krümmung den gegebenen Kreis und die beiden gegebenen geraden Linien berühren, sind

$$126. \quad \varkappa = \frac{a+\alpha}{a+c}c \text{ und } \varkappa = \frac{a-\alpha}{a-c}c.$$

Man kann indessen gleichwohl auch aus der allgemeinen Formel für $\varkappa$ den Werth von $\varkappa$ für den Fall $b=c$ und $m=n$ finden, wenn man ihr die Form

$$127. \quad \varkappa = \frac{m-n}{c-b}\left[n+\frac{m-n}{c-b}(c+\alpha) \pm \sqrt{(c+\alpha)}\right]\sqrt{\left(\frac{(m-n)^2}{(c-b)^2}(c+\alpha)+2n\frac{m-n}{c-b}-(c-\alpha)\right)}\Bigg]$$

giebt, den unbestimmten Werth von $\frac{m-n}{c-b}$ ermittelt und substituirt. Diese Ermittelung kann auf zweierlei Art geschehen: entweder daraus, dafs zufolge (102 und 103) zwischen m, n, c und b die Bedingungs-Gleichung $m^2-n^2 = c^2-b^2$ Statt findet, welche

$$128. \quad \frac{m-n}{c-b} = \frac{c+b}{m+n}$$

giebt, so dafs für $c=b$ und $m=n$,

$$129. \quad \frac{m-n}{c-b} = \frac{c}{n} = \frac{b}{m}$$

ist, oder indem man b als constant und c als veränderlich, oder b als ver-

änderlich und c als constant betrachtet und oben und unten differentiirt. Dieses giebt, da

$$\frac{m-n}{c-b} = \frac{\sqrt{(a^2-b^2)}-\sqrt{(a^2-c^2)}}{c-b}$$

ist (102 und 103),

$$130. \begin{cases} \dfrac{d(m-n)}{d(c-b)} = \dfrac{-\frac{1}{2}(a^2-c^2)^{-\frac{1}{2}}\cdot -2c}{+1} = \dfrac{c}{n} \text{ und} \\ \dfrac{d(m-n)}{d(c-b)} = \dfrac{\frac{1}{2}(a^2-b^2)^{-\frac{1}{2}}\cdot -2b}{-1} = \dfrac{b}{m}; \end{cases}$$

wie in (129).

Setzt man nun diese Werthe von $\frac{m-n}{c-b}$, welche für $c=b$ und $m=n$, wie gehörig, identisch die nemlichen sind, also z. B. $\frac{c}{n}$ statt $\frac{m-n}{c-b}$ in (127), so erhält man

$$\varkappa = \frac{c}{n}\left[n+\frac{c}{n}(c+\alpha) \pm \sqrt{(c+\alpha)}\sqrt{\left(\frac{c^2}{n^2}(c+\alpha)+2c-c+\alpha\right)}\right] \text{ oder}$$

$$\varkappa = \frac{c}{n^2}\left[n^2+c^2+c\alpha \pm \sqrt{(c+\alpha)}\sqrt{((c^2+n^2)(c+\alpha))}\right]$$

oder, da $c^2+n^2=a^2$ ist (103),

$$\varkappa = \frac{c}{n^2}\left[a^2+c\alpha \pm (c+\alpha)a\right],$$

das heifst:

$$131. \begin{cases} \varkappa = \dfrac{c}{n^2}\left[a^2+c\alpha+ca+a\alpha\right] = \dfrac{c}{n^2}(a(a+c)+\alpha(a+c)) = \dfrac{c(a+c)(a+\alpha)}{n^2} \text{ und} \\ \varkappa = \dfrac{c}{n^2}\left[a^2+c\alpha-ca-a\alpha\right] = \dfrac{c}{n^2}(a(a-c)-\alpha(a-c)) = \dfrac{c(a-c)(a-\alpha)}{n^2} \end{cases}$$

also, da $n^2=a^2-c^2$ ist (103),

$$132. \begin{cases} \varkappa = \dfrac{a+\alpha}{a-c}c \text{ und} \\ \varkappa = \dfrac{a-\alpha}{a-c}c; \end{cases}$$

wie (125).

23.

Die Aufgabe, die Kreislinie zu finden, welche zwei gegebene gerade Linien berührt und zugleich durch einen gegebenen Punct geht, ist in der vorigen als besonderer Fall enthalten, nemlich als der Fall, wenn $a = 0$ ist. Die Halbmesser der Kreise sind also in diesem Falle

$$\varkappa = \frac{m-n}{(c-b)^2}[mc - nb \pm \sqrt{(c^2(m-n)^2 + 2nc(c-b)(m-n) - c^2(c-b)^2)}] \text{ oder}$$

$$\varkappa = \frac{m-n}{(c-b)^2}[mc - nb \pm \sqrt{(c^2(m-n)^2 + 2nc(c-b)(m-n) + n^2(c-b)^2 - a^2(c-b)^2)}] \text{ oder}$$

$$\varkappa = \frac{m-n}{(c-b)^2}[mc - nb \pm \sqrt{(c(m-n) + n(c-b))^2 - a^2(c-b)^2)}] \text{ oder}$$

$$133. \quad \varkappa = \frac{m-n}{(c-b)^2}[mc - nb \pm \sqrt{((mc-nb)^2 - a^2(c-b)^2)}].$$

Für den Fall $c = b$ sind sie aus (125 und 126),

$$134. \quad \varkappa = \frac{ac}{a+c} \text{ und } \varkappa = \frac{ac}{a-c}.$$

Aufgabe IV. Die Kreislinie zu finden, welche drei gegebene gerade Linien berührt.

24.

Die Seiten des Dreiecks ABC (Fig. 4.), welches die gegebenen drei geraden Linien einschliefsen, seien

$$135. \quad BC = a, \quad CA = b \text{ und } AB = c;$$

der Inhalt dieses Dreiecks sei Δ, so dafs

$$136. \quad \Delta = \tfrac{1}{4}\sqrt{(a+b+c)(a+b-c)(a-b+c)(-a+b+c)}.$$

Der gesuchte Halbmesser des Kreises um M_1, der die drei gegebenen geraden Linien berührt, sei $= \varkappa_1$, so ist

$$137. \quad \varkappa_1(a+b+c) = 2\Delta,$$

also

$$138. \quad \varkappa_1 = \frac{2\Delta}{a+b+c} = \tfrac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{(a+b-c)(a-b+c)(-a+b+c)}{a+b+c}\right)}.$$

Dieser bekannte Ausdruck giebt für den Halbmesser $\varkappa_1$ zwei Werthe, zwar an Gröfse gleich, aber an Zeichen verschieden, und da es nun offenbar nur einen Kreis giebt, der die drei geraden Linten AB, BC und CA von innen berührt, und sein Halbmesser nur positiv sein kann, weil a, b und c und der Inhalt des Dreiecks positiv genommen werden, so läfst sich fragen, was der negative Werth von $\varkappa_1$ bedeute.

Die Gröfse unter dem Wurzelzeichen in dem Ausdrucke von $\varkappa_1$ (138) bleibt identisch dieselbe, wenn man die Seiten des Dreiecks a, b und c alle drei negativ oder mit entgegengesetzten Zeichen nimmt; denn Zähler und Nenner des Bruchs werden dann beide negativ. Also mufs der Ausdruck von $\varkappa_1$ (138) eben sowohl von dem Kreise, der die negativen Seiten, als von demjenigen, der die positiven Seiten berührt, den Halbmesser geben. Nimmt man nun aber die Seiten negativ, so geht BC in $BC_1 = -BC$, BA in $BA_1 = -BA$ und CA in $C_1A_1 = -CA$ über. Dafs ersteres beides der Fall sei, ist offenbar; dafs letzteres der Fall sei, folgt daraus, dafs z. B. $\frac{AB}{AC} = \frac{A_1B}{A_1C_1}$, und also

$$A_1C_1 = \frac{AC}{AB} A_1B$$

ist, welches für A_1C_1 eine negative Gröfse giebt, da AC und AB beide positiv sind, A_1B aber negativ ist. Es ist also, wenn man die Seiten a, b, c des Dreiecks ABC alle drei negativ nimmt, das Dreieck A_1BC_1 entstanden, und für den Kreis um M', der die drei negativen Linien A_1B, BC_1 und C_1A_1 von innen berührt, mufs der Ausdruck (138) den Halbmesser $M'K'$ ebenfalls geben. Er ist dem Halbmesser M_1K_1 an Gröfse gleich, aber negativ; denn wenn man die drei Linien a, b und c in gleichem Verhältnifs zu einander abnehmen, durch 0 gehen und bis zu $-a$, $-b$, $-c$ gelangen läfst, so nimmt auch $\varkappa_1$ in gleichem Verhältnifs ab, geht durch 0 und gelangt bis zu $K'M' = -K_1M_1$.

Der negative Werth von $\varkappa_1$, den der Ausdruck (138) giebt, bedeutet also wesentlich den Halbmesser $M'K'$ des Dreiecks A_1BC_1, oder auch, auf ähnliche Weise, die Halbmesser der beiden Dreiecke AB_2C_2 und CB_3A_3, die dem Dreiecke ABC gleich, aber negativ sind.

Ähnlich verhält es sich auch, im Vorbeigehen bemerkt, mit dem negativen Werthe des Inhalts Δ des Dreiecks ABC, den (136) giebt. Die

Gröfse unter dem Wurzelzeichen bleibt identisch dieselbe, wenn man a, b, c, alle drei, negativ nimmt: also mufs der Ausdruck (136) auch nothwendig den Inhalt der Dreiecke BC_1A_1, AB_2C_2 und CB_3A_3 geben; und von diesen Dreiecken ist der Inhalt dem Inhalte des Dreiecks ABC gleich, aber negativ, weil diese Dreiecke entstehen, wenn ABC, sich ähnlich bleibend, mit dem Perpendikel zum Beispiel von A auf BC, der in BC multiplicirt den Inhalt des Dreiecks ABC giebt, abnimmt, durch Null geht und weiter ins Negative bis zu dem Inhalt und den Perpendikeln jener drei Dreiecke gelangt. Da auf diese Weise, umgekehrt, der Ausdruck (136) den Inhalt eben sowohl der negativen Dreiecke BC_1A_1, AB_2C_2 und CB_3A_3, als des positiven Dreiecks ABC giebt, so würde er unvollständig sein, wenn er blofs einen positiven Werth für den Inhalt gäbe.

25.

So wie im vorigen Paragraph der Kreis gesucht wurde, der die drei Linien a, b, c von innen berührt, so kann man auch den Kreis verlangen, der nur zwei von ihnen an der gleichen Seite, die dritte an der entgegengesetzten Seite, oder aber zwei von ihnen an der entgegengesetzten Seite und eine an der gleichen Seite berührt, z. B. den Kreis um M_2 oder den Kreis um M''.

Der Punct M_2 liegt in der verlängerten Linie CM_1, weil $CL_1 = CK_1$ und $CL_2 = CK_2$ ist, folglich die gleichschenkligen Dreiecke L_1CK_1 und L_2CK_2, mithin auch die gleichschenkligen Dreiecke $L_1M_1K_1$ und $L_2M_2K_2$ ähnlich sind, und folglich $\frac{L_1K_1}{CK_1} = \frac{L_2K_2}{CK_2}$ und $\frac{L_1K_1}{M_1K_1} = \frac{L_2K_2}{M_2K_2}$, also $\frac{M_1K_1}{CK_1} = \frac{M_2K_2}{CK_2}$ ist.

Wenn nun $CK_1 = x$ und $CK_2 = x_1$ gesetzt wird, so ist einerseits $CL_1 = x$, also $AN_1 = AL_1 = b - x$, und $BK_1 = BN_1 = c - (b - x)$, also, da $BK_1 = a - x$ ist, $a - x = c - b + x$, folglich

$$139. \quad x = \tfrac{1}{2}(a - c + b).$$

Andrerseits ist $BN_2 = BK_2 = x_1 - a$, und mithin, da $AL_2 = AN_2$ ist, $AL_2 = c - (x_1 - a)$. Aber $CL_2 = CK_2 = x_1$, also $AL_2 = x_1 - b$, mithin ist $x_1 - b = c - x_1 + a$, und folglich

$$140. \quad x_1 = \tfrac{1}{2}(a + b + c).$$

Nun ist wegen $\frac{M_2 K_2}{C K_2} = \frac{M_1 K_1}{C K_1}$, $\frac{\varkappa_2}{x_1} = \frac{\varkappa_1}{x}$, also ist

$$141. \quad \varkappa_2 = \varkappa \cdot \frac{x_1}{x} = \varkappa_1 \frac{a+b+c}{a-c+b},$$

und folglich aus (138 und 136),

$$142. \quad \varkappa_2 = \tfrac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{(a+b+c)\,(a-b+c)\,(-a+b+c)}{a+b-c}\right)} = \frac{2\Delta}{a+b-c}.$$

Auf ähnliche Weise würde man für die Kreise um M_3 und M_4

$$143. \quad \varkappa_3 = \tfrac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{(a+b+c)\,(a+b-c)\,(-a+b+c)}{a-b+c}\right)} = \frac{2\Delta}{a-b+c} \text{ und}$$

$$144. \quad \varkappa_4 = \tfrac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{(a+b+c)\,(a+b-c)\,(a-b+c)}{-a+b+c}\right)} = \frac{2\Delta}{-a+b+c}$$

finden.

Wollte man den Kreis um M^{IV} suchen, der die Linien a und b auf der entgegengesetzten, die Linie c aber auf der gleichen Seite berührt, wie im Dreieck ABC, so würde es auf das Dreieck CB_3A_3 ankommen, dessen Seiten $-a$, $-b$, $-c$ sind. Man dürfte also nur in (142) $-a$, $-b$, $-c$ statt $+a$, $+b$, $+c$ setzen. Dieses würde für die Gröſse unter dem Wurzelzeichen identisch dasselbe, also auch denselben Werth von $\varkappa_1$, aber mit entgegengesetztem Zeichen geben. Folglich bedeutet der zweite negative Werth von $\varkappa_2$ (142) den Halbmesser des Kreises um M^{IV}; und so bei den andern.

26.

Es dürfte hier ferner noch Folgendes wegen der Bedeutung der Zeichen zu erläutern sein.

Wie nemlich aus (138) und (142) zu sehen, findet man $\varkappa_2 = M_2K_2$ aus $\varkappa_1 = M_1K_1$, wenn man $-c$ statt $+c$, oder auch $-a$ und $-b$ statt $+a$ und $+b$ setzt. Denn es geht in dem einen und dem andern Falle der Ausdruck von $\varkappa_1$ (138) in

$$145. \quad \frac{2\Delta}{a+b-c} \text{ und } \tfrac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{(a+b+c)\,(a-b-c)(-a+b-c)}{a+b-c}\right)}$$

$$= \tfrac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{(a+b+c)\,(a-b+c)(-a+b+c)}{a+b-c)}\right)} \text{ und in}$$

$$146. \quad \frac{2\Delta}{-a-b+c} \text{ und } \tfrac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{(-a-b-c)(-a+b+c)(a-b+c)}{-a-b+c}\right)}$$
$$= \tfrac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{(a+b+c)(a-b+c)(-a+b+c)}{a+b-c}\right)}$$

über, und beides ist $= \varkappa_2$ (142) (in (145) Δ mit dem Zeichen $+$ und in (146) mit dem Zeichen $-$ genommen). Gleichwohl giebt es gar keinen Kreis, der die Linien $a = CB$, $b = CA$ und $-c = B_3A_3$, oder die Linien $-a = BC_1$, $-b = BA_1$ und $c = AC$ an den nemlichen Seiten wie der Kreis um M_1 die Linien $a = CB$, $b = CA$ und $c = AB$ berührt. Dieses dürfte sich wie folgt erklären lassen.

Die Gröfse Δ nemlich, durch welche in (138) vermittelst (137) $\varkappa_1$ ausgedrückt wurde, auf die Weise, dafs man Δ den Inhalt des Dreiecks ABC bezeichnen liefs, ist

$$147. \quad \Delta = \tfrac{1}{4}\sqrt{[(a+b+c)(a+b-c)(a-b+c)(-a+b+c)]}$$
$$= \tfrac{1}{4}\sqrt{[2a^2b^2 + 2a^2c^2 + 2b^2c^2 - a^4 - b^4 - c^4]}.$$

Diese Gröfse bleibt, wie man sieht, identisch dieselbe, man mag von den drei Linien a, b und c eine, oder zwei, oder alle drei, oder keine negativ sein lassen. Es bezeichnet aber Δ nur dann den Inhalt eines Dreiecks, wenn die Linien a, b und c alle drei positiv oder alle drei negativ sind: im ersten Falle den Inhalt des Dreiecks ABC, im andern Falle den Inhalt des Dreiecks A_1BC_1. Sind nur eine Linie, z. B. c, oder nur zwei, z. B. a und b, negativ, so schliefsen sie gar kein Dreieck ein; denn z. B. die Linien $CA = +a$, $CB = +b$ und $B_3C_3 = -c$ und die Linien $BC_1 = -a$, $BA_1 = -b$ und $CA = +c$ treffen nicht zusammen. In diesen beiden Fällen bezeichnet also Δ gar nicht den Inhalt eines Dreiecks, und folglich findet die Gleichung (147) gar nicht Statt und $\varkappa$ kann aus einer solchen Gleichung nicht gefunden werden. Δ bezeichnet dann nur die Zahlengröfse

$$148. \quad \tfrac{1}{4}\sqrt{(a+b+c)(a+b-c)(a-b+c)(-a+b+c)]}.$$

Gleichwohl giebt es zwei Kreise, z. B. die um M_1 und um M_2, welche die Linien a und b auf gleichen und die Linie c auf der entgegengesetzten Seite berühren. Der Halbmesser des zweiten Kreises wird aber nicht aus der Gleichung (147), in so fern darin Δ den Inhalt eines Drei-

ecks bezeichnen soll, dadurch gefunden, dafs man $-c$ statt $+c$ setzt, weil dann Δ gar nicht mehr den Inhalt eines Dreiecks ausdrückt, sondern auf die Weise, wie in §. 25. Hier findet sich, dafs der Halbmesser $\varkappa_2$ des zweiten Kreises

$$149. \quad \varkappa_2 = \frac{a+b+c}{a+b-c} \cdot \varkappa_1$$

ist, und wenn man nun in dem Ausdrucke von $\varkappa_1$ (138) Δ nicht sowohl den Inhalt eines Dreiecks, sondern die Zahlengröfse

$$\tfrac{1}{4}\sqrt{[(a+b+c)(a+b-c)(a-b+c)(-a+b+c)} \; (148)$$

bedeuten läfst, findet man ganz richtig

$$150. \quad \varkappa_2 = \tfrac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{(a+b+c)(a-b+c)(-a+b+c)}{a+b-c}\right)} = \frac{2\Delta}{a+b-c}.$$

Dieser Ausdruck von $\varkappa_2$ geht aber, wie im Anfange des gegenwärtigen Paragraphs bemerkt, aus demjenigen von $\varkappa_1$ hervor, wenn man in den letzteren (138) $-c$ statt $+c$, oder auch $-a$ und $-b$ statt $+a$ und $+b$ setzt. Dafs dieses nothwendig geschehen müsse, folgt aber nicht daraus, dafs etwa der Kreis vom Halbmesser $\varkappa_2$ die Linien $+a = CB$, $+b = CA$ und $-c = A_1C_1$ oder die Linien $-a = CB_3$, $-b = CA_3$ und $+c = AB$ an gleichen Seiten berührte, was nicht der Fall ist, da sie gar kein Dreieck einschliefsen, sondern es mufs daraus hervorgehen, dafs der Kreis um M_2, wenn sein Halbmesser auf die Weise gefunden werden soll, dafs man den Inhalt Δ_1 eines Dreiecks mit seinem halben Umfange dividirt, da $\varkappa_2$ etwas Anderes ist, als $\varkappa_1$, die Seiten eines anderen Dreiecks berührt, namentlich eines solchen, welches, auf diese Weise in Rechnung gebracht, das Nemliche für $\varkappa_2$ giebt, was aus dem Ausdrucke

$$151. \quad \varkappa_1 = \tfrac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{(a+b-c)(a-b+c)(-a+b+c)}{a+b+c}\right)}$$

folgt, wenn man darin z. B. $-c$ statt $+c$ setzt.

Man nehme an, das neue Dreieck A_1CB_1 vom Inhalt Δ_1 sei dem Dreiecke ABC, dessen Inhalt Δ war, ähnlich und habe

$$152. \quad a_1 = ma, \quad b_1 = mb, \quad c_1 = mc$$

zu Seiten, so mufs zufolge (137) und (138)

$$153. \quad \varkappa_2(ma + mb + mc) = 2\Delta_1 \text{ und}$$

$$\varkappa_2 = \frac{2\Delta_1}{ma+mb+mc} = \tfrac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{(ma+mb-mc)(ma-mb+mc)(-ma+mb+mc)}{ma+mb+mc}\right)},$$

oder

$$154. \quad \varkappa_2 = \frac{2\Delta_1}{ma+mb+mc} = m\sqrt{\left(\frac{(a+b-c)(a-b+c)(-a+b+c)}{a+b+c}\right)}$$

sein. Nun soll der Halbmesser $\varkappa_2$ des die Seiten dieses neuen Dreiecks von innen berührenden Kreises dem Werthe von $\varkappa_2$ (150), der aus $\varkappa_1$ gefunden wird, wenn man in den Ausdruck des letzteren (138) $-c$ statt $+c$ setzt, gleich sein; also mufs

$$155. \quad \tfrac{1}{2}m\sqrt{\left(\frac{(a+b-c)(a-b+c)(-a+b+c)}{a+b+c}\right)} = \tfrac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{(a+b+c)(a-b+c)(-a+b+c)}{a+b-c}\right)}$$

sein. Daraus folgt

$$m^2\left(\frac{(a+b-c)(a-b+c)(-a+b+c)}{a+b+c}\right) = \frac{(a+b+c)(a-b+c)(-a+b+c)}{a+b-c} \quad \text{und}$$

$$m^2 = \left(\frac{a+b+c}{a+b-c}\right)^2 \quad \text{oder}$$

$$156. \quad m = \frac{a+b+c}{a+b-c},$$

folglich

$$157. \quad \begin{cases} a_1 = ma = CB' = a\dfrac{a+b+c}{a+b-c}, \\ b_1 = mb = CA_1 = b\dfrac{a+b+c}{a+b-c}, \\ c_1 = mc = A_1B_1 = c\dfrac{a+b+c}{a+b-c}; \end{cases}$$

und dieses ist in der That der Fall, da man, eben so wie $M_2K_2 = \frac{a+b+c}{a+b-c}M_1K_1$ ist (141), auch die Seiten CA_1, CB_1 und A_1B_1 des dem Dreiecke ABC ähnlichen Dreiecks A_1BC_1 erhält, wenn man a, b und c mit $\frac{a+b+c}{a+b-c}$ multiplicirt, weil die ganzen Figuren ähnlich sind. Also erhält man in der That den Halbmesser $\varkappa_2$ des zweiten Kreises um M_2, der die Linien $CB = a$, $CA = b$ an den gleichen Seiten und die Linie AB an der entgegengesetzten Seite berührt, nothwendig gerade dadurch, dafs man in

den Ausdruck des Halbmessers $\varkappa_1$ des ersten Kreises um M_1, der die Linien $CB = a$, $CA = b$ und $AB = c$ von innen berührt, $-c$ statt $+c$ setzt.

Und so bei den übrigen.

Es wären noch manche Bemerkungen über die Gegenstände dieser Abhandlung zu machen: doch mögen sie, um den Aufsatz nicht zu weit auszudehnen, vorbehalten bleiben.

Schliefslich mag noch bei dieser Gelegenheit rücksichtlich der Malfatti'schen Aufgabe von den drei Kreisen, deren jeder die beiden andern und zwei Seiten eines Dreiecks berührt, bemerkt werden, dafs es nicht blofs eine solche Gruppe von drei Kreisen, sondern deren vier giebt, die alle vollständig die Bedingung erfüllen. Die erste Gruppe ist nemlich die der drei Kreise, welche ganz innerhalb des gegebenen Dreiecks liegen, z. B. innerhalb des Dreiecks ABC (Fig. 4). Eine zweite Gruppe ist die, von welcher zwei Kreise ganz aufserhalb des Dreiecks und dagegen innerhalb des Raumes $A'ABB'$ liegen, und in diesem Raume einander und die Linien $A'A$ und AB, BB' und AB berühren, während der dritte Kreis im Dreieck die Linien AC und BC berührt und die Seite AB schneidet, um aufserhalb des Dreiecks die beiden andern Kreise zu berühren. Eine dritte Gruppe liefert auf ähnliche Weise der Raum B_2ACB_3 und die vierte der Raum A_3CBA_1. Man findet aber die Halbmesser aller dieser Kreise gleichmäfsig aus den Ausdrücken derjenigen, die ganz innerhalb des Dreiecks liegen. Die Halbmesser dieser Kreise, so wie sie in den Winkeln A, B und C liegen, durch x_1, y_1, z_1 bezeichnet, sind nemlich, wenn man

$$158.\quad \begin{cases} M_1K_1 = \varkappa_1, \\ BK_1 = \varkappa_1, \quad CL = m_1, \quad AN = n_1, \\ AM_1 = e_1, \quad BM_1 = f_1, \quad CM_1 = g_1, \\ CB + BA + AC = a + b + c = s \end{cases}$$

setzt:

$$159.\quad \begin{cases} x_1 = \frac{\varkappa_1}{2n_1}(\tfrac{1}{2}s - \varkappa_1 + e_1 - f_1 - g_1), \\ y_1 = \frac{\varkappa_1}{2k_1}(\tfrac{1}{2}s - \varkappa_1 + f_1 - g_1 - e_1), \\ z_1 = \frac{\varkappa_1}{2m^2}(\tfrac{1}{2}s - \varkappa_1 + g_1 - e_1 - f_1). \end{cases}$$

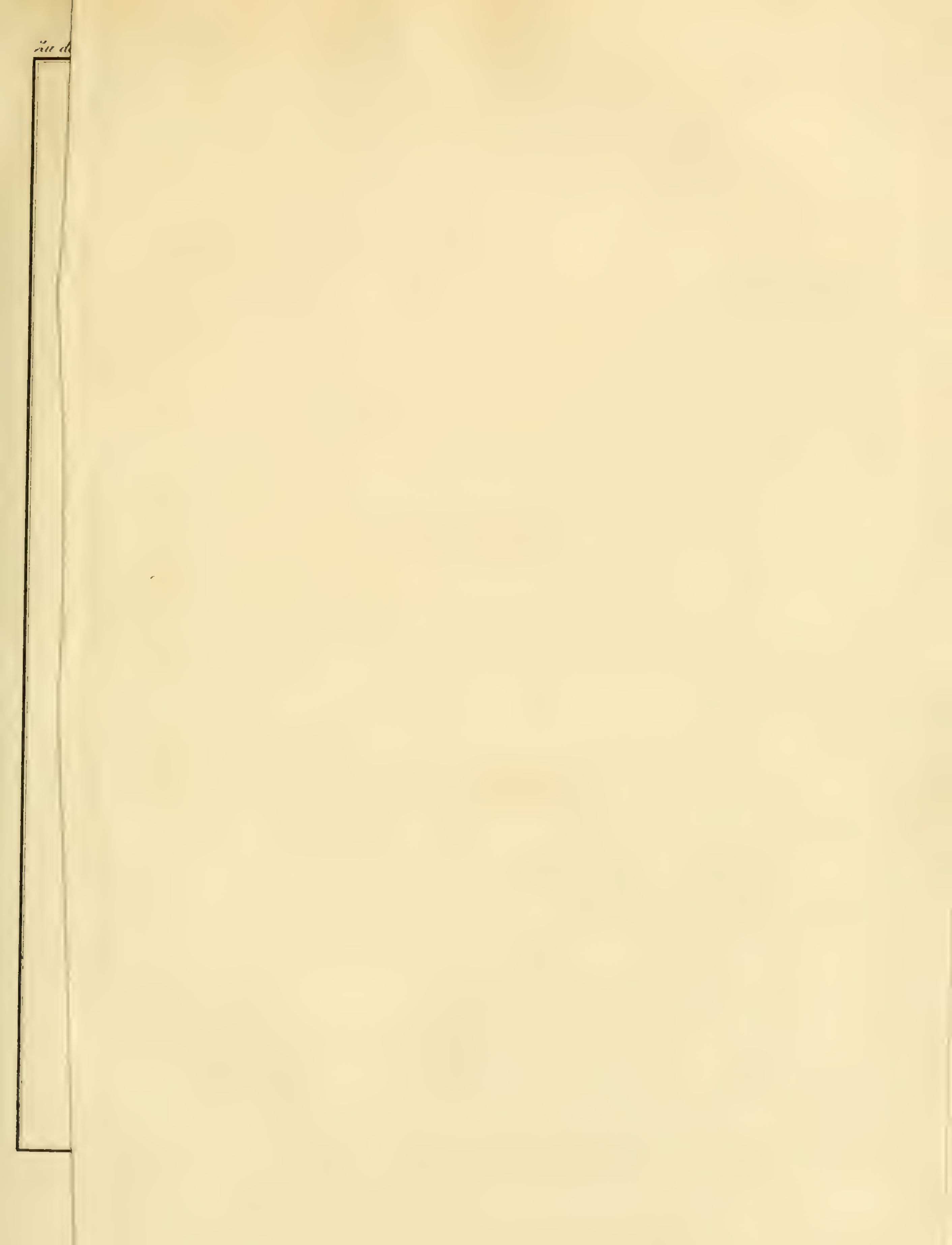
Bezeichnet man dagegen z. B. durch x_2, y_2, z_2 die Halbmesser der drei Kreise, von welchen zwei in dem Raume A_1ABB_1 liegen, und setzt

$$160.\quad \begin{cases} M_2K_2 = \varkappa_2, \\ BK_2 = k_2, \quad CL_2 = m_2 \text{ und } AN_2 = n_2, \\ AM_2 = e_2, \quad BM_2 = f_2 \text{ und } CM_2 = g_2, \end{cases}$$

so ist, eben wie in (159),

$$161.\quad \begin{cases} x_2 = \frac{\varkappa_2}{2n_2}(\frac{1}{2}s - \varkappa_2 + e_2 - f_2 - g_2), \\ y_2 = \frac{\varkappa_2}{2k_2}(\frac{1}{2}s - \varkappa_2 + f_2 - g_2 - e_2), \\ z_2 = \frac{\varkappa_2}{2m_2}(\frac{1}{2}s - \varkappa_2 + g_2 - e_2 - f_2), \end{cases}$$

und so, ähnlich, für die beiden übrigen Gruppen. Auch die Discussion der Malfatti'schen Aufgabe würde noch zu einigen besonderen Bemerkungen Anlafs geben.

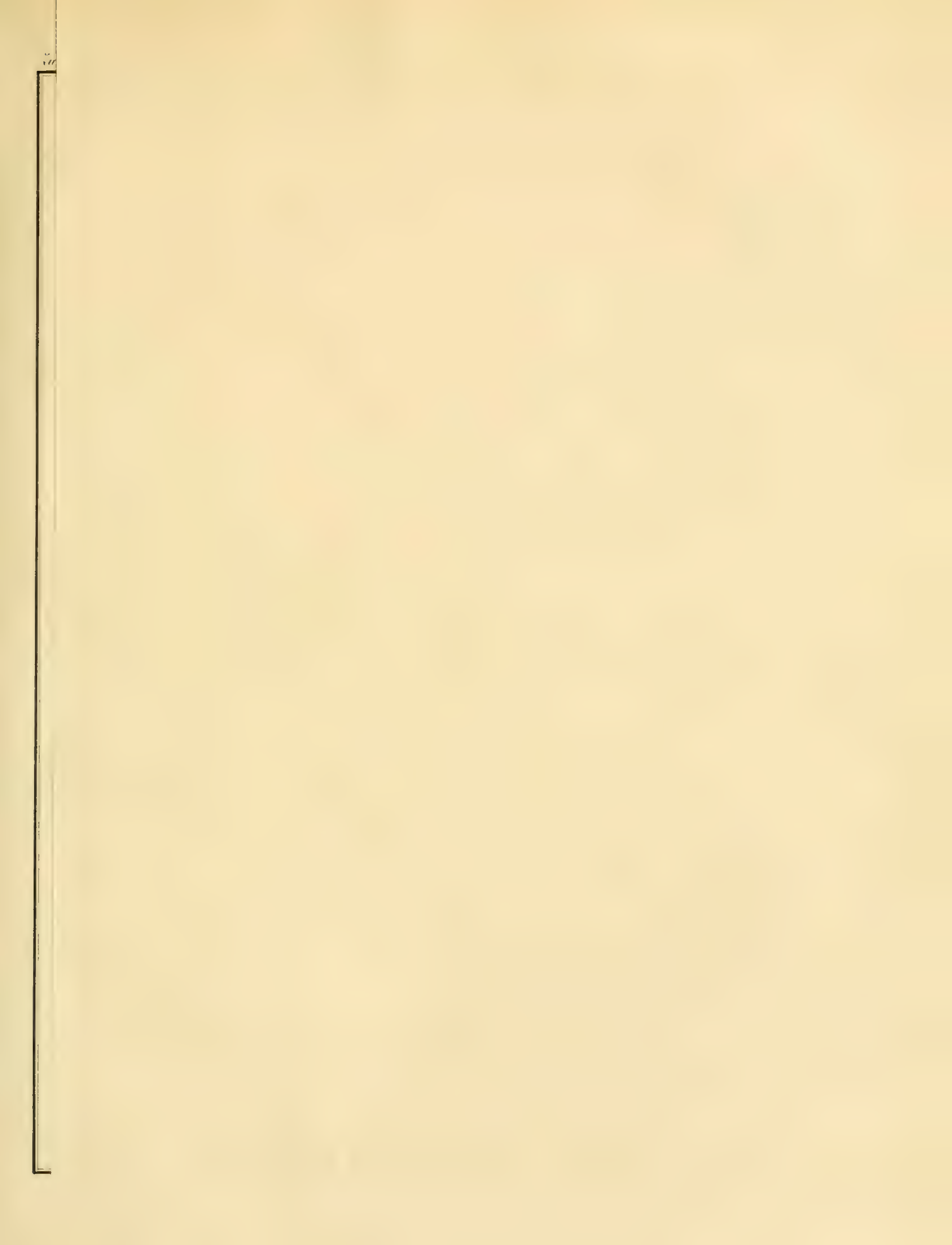




1.

A_2 A_3 A_6 A_8 A M_3 M_8 M_6 A_7 A_1 A_4 q Q_2 M_2 Q_1 M_1 M_7 C_3 C_1 B_3 B_1 M_5 y z C_5 B_7 C_4 C p P X_1 X_2 M_4 B B_4 C_8 C_7 C_6 B_5 B_2 B_6

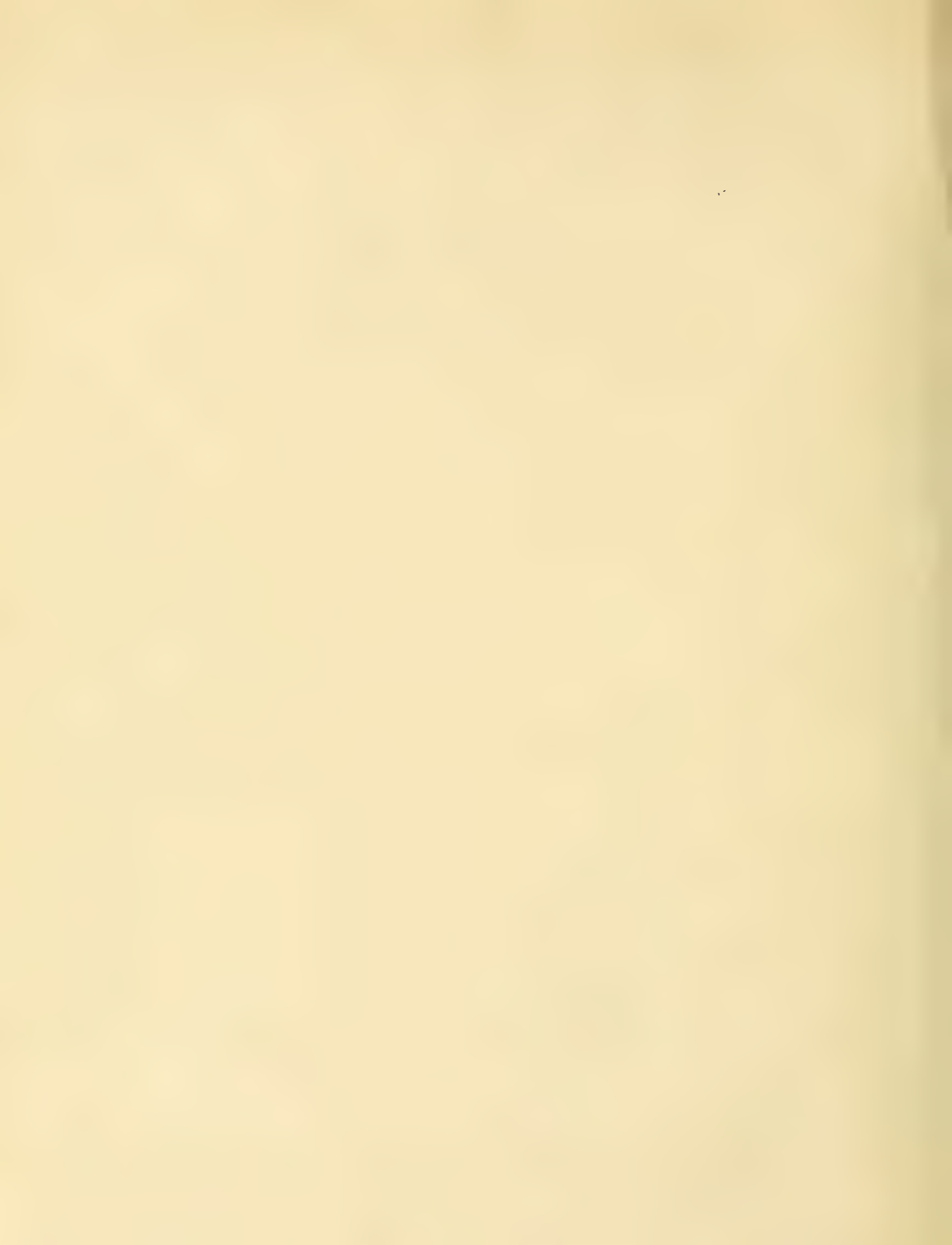


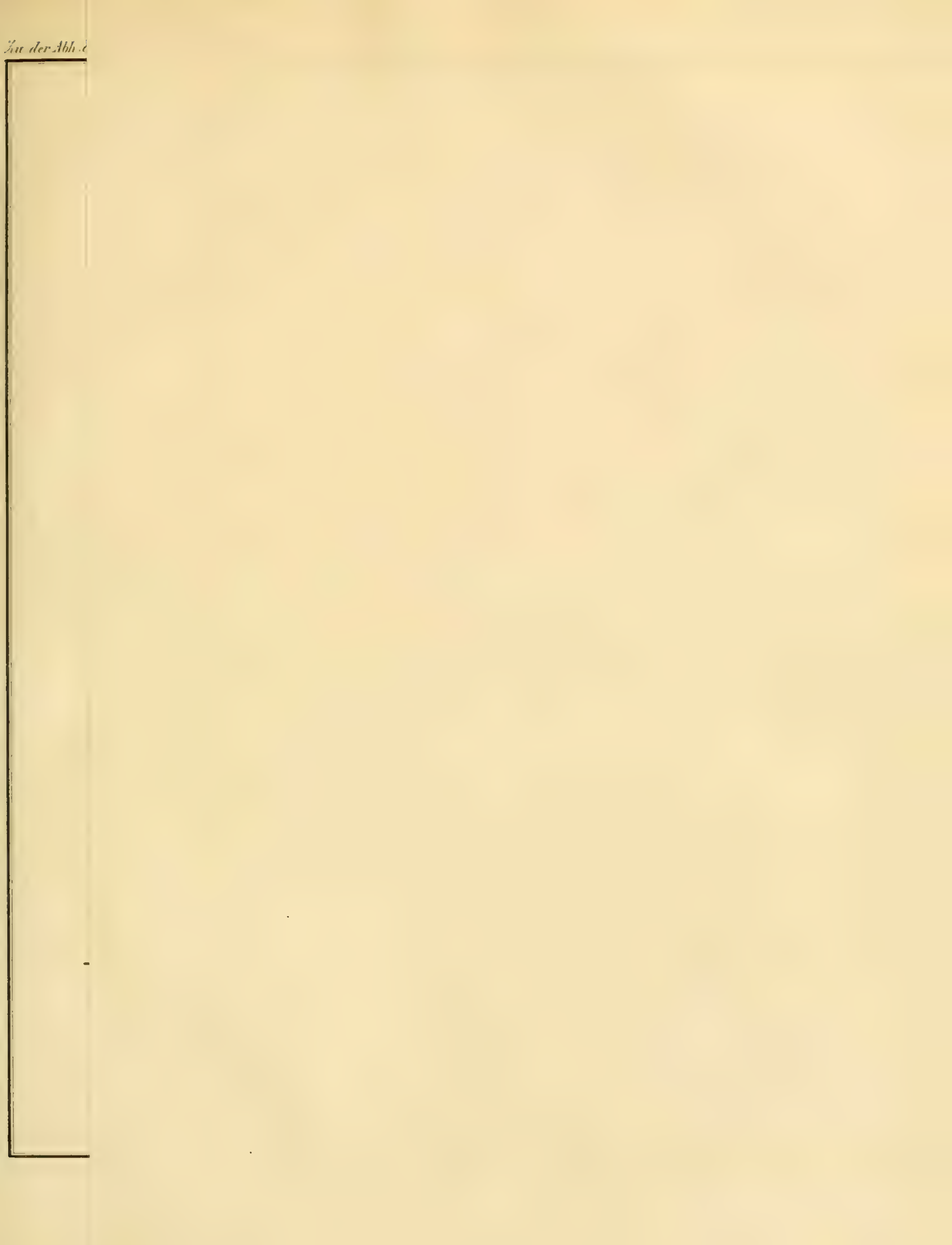




2.

M_3 M_7 C_2 C_3 C C_6 C_7 C_1 C_5 C_4 C_8 M_4 B_8 B_3 M_6 M_5 B_7 B_1 M_2 M_1 B B_5 B_2 B_4 b a A_3 A_7 K A_4 A_6 P A_5 A_2 Q A_1 L

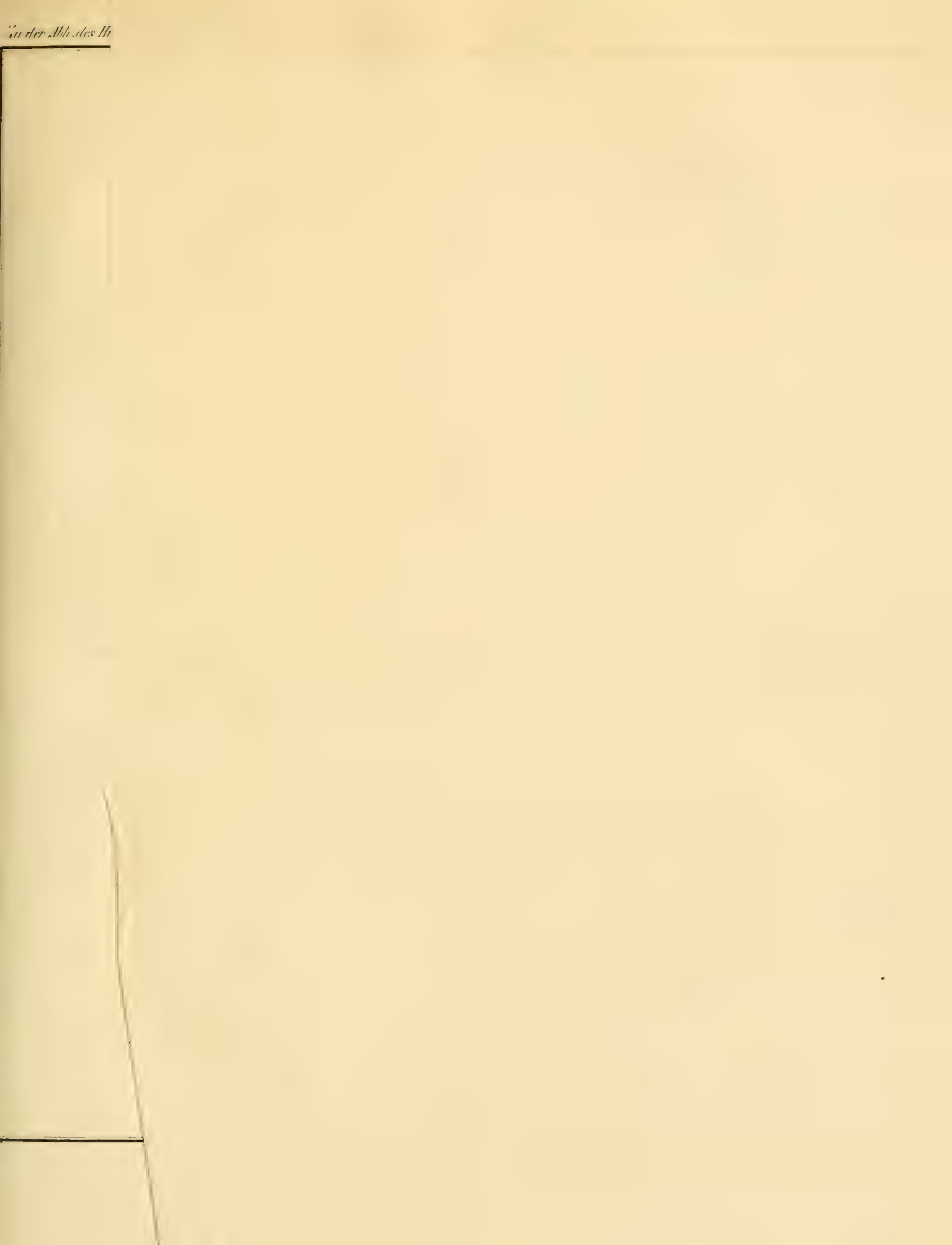



Zu der Abh. d



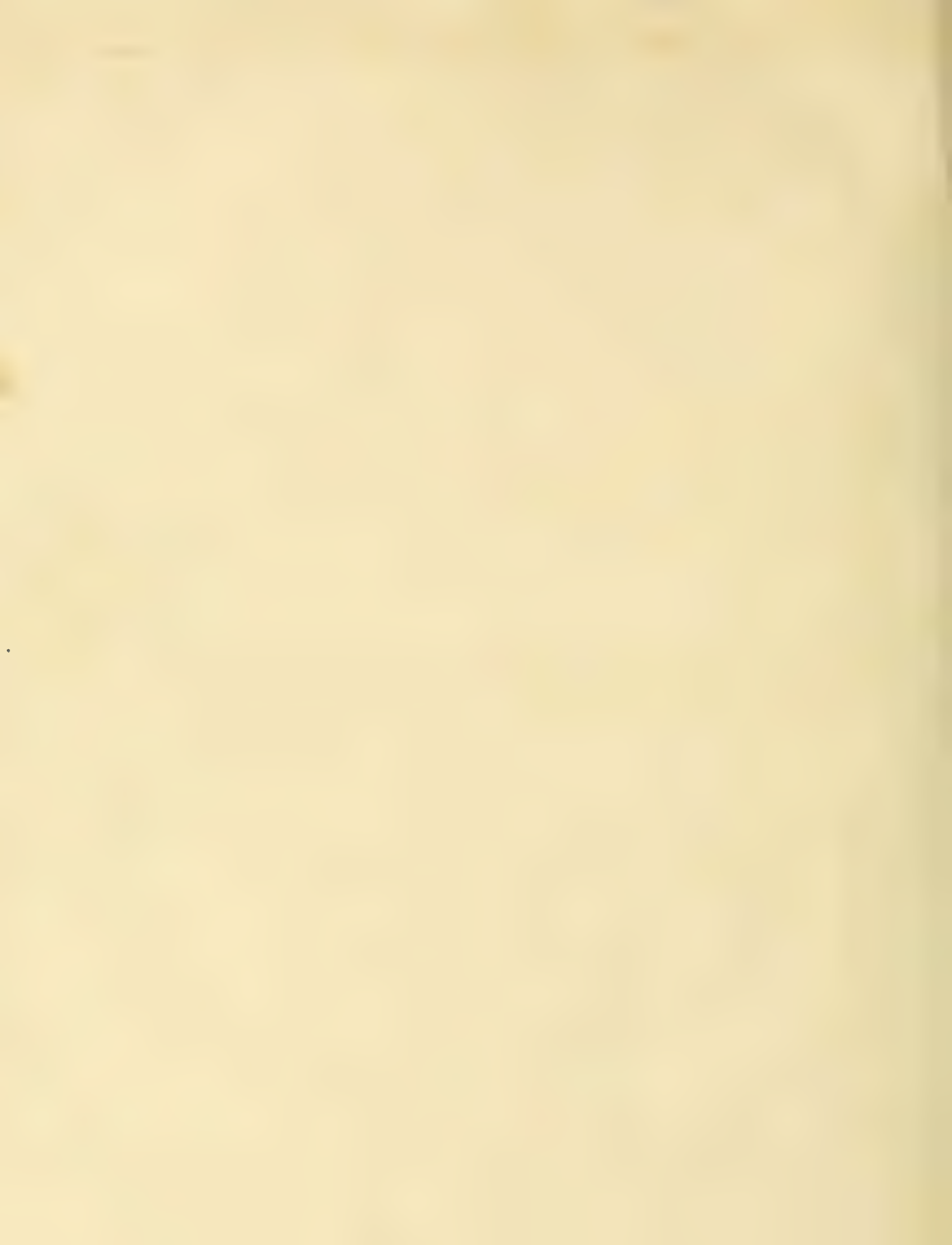
5.




Zu der Abh. des H



4.



Bemerkungen über die Methode der Maxima und Minima.

Von
Hrn. DIRKSEN.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 15. November 1838.]

Bekanntlich wird unter der Methode der Maxima und Minima die Angabe eines allgemeinen Verfahrens verstanden, durch welches sich die besondern Werthe der ursprünglichen Veränderlichen finden lassen, für welche der entsprechende besondere Werth einer gegebenen Funktion derselben ein Maximum, oder ein Minimum sei; und es gehört das, diesen Gegenstand betreffende Problem zu denjenigen, die bei den Fortschritten, welche die Analysis, theils an sich, theils in Rücksicht ihrer Anwendung, gewann, zunächst hervortraten und die Mathematiker des siebenzehnten Jahrhunderts vorzugsweise beschäftigten.

Hinsichtlich der Lösung dieses Problems lassen sich zwei Hauptfälle von einander unterscheiden; namentlich der, wo die Funktion nur von Einer, und der, wo sie von mehreren ursprünglichen Veränderlichen abhängig ist. Der erste Fall ist nicht bloſs der einfachste, sondern auch zugleich von der Art, daſs er, in gewisser Beziehung, zur Vermittelung der Lösung des zweiten dienen kann: auch war es eben derjenige, auf welchen die Bestrebungen der Mathematiker zunächst gerichtet waren.

Den ersten namhaften Schritt zur Lösung dieser mehr besondern Aufgabe verdankt die Wissenschaft Fermat. Die Regel, welche er zu diesem Zwecke aufstellte, läſst sich, nach dem jetzigen Sprachgebrauch, folgendermaſsen fassen:

Hat man einen Ausdruck der ursprünglichen Veränderlichen x, dessen Maximum, oder Minimum gefunden werden soll, so setze man darin $x+e$ anstatt x, und darauf den so entstehenden Ausdruck dem vorigen gleich; in der so gewonnenen Gleichung befreie man so viele Glieder

von c, wie nur möglich, und vernachlässige darauf alle übrigen, die Gröfse e noch enthaltenden, Glieder derselben: die so hervortretende Gleichung wird zur Bestimmung des gesuchten Werthes von x dienen.

Da Fermat diese Regel nirgends bewiesen, sondern sich nur darauf beschränkt hat, dieselbe in der Anwendung auf besondere Fälle zu zeigen, so läfst sich auch über die Prämissen, derselben zu Grunde gelegt, schwerlich mit Sicherheit entscheiden. Selbst die Ansicht Montücla's, dafs Fermat's Methode auf dem, bereits von Kepler in dessen *Stereometria doliorum* ausgesprochenen, Satz beruhe, nach welchem die Zu- oder die Abnahme einer veränderlichen Gröfse, z. B. der Ordinate einer Linie, wenn diese ein Maximum, oder ein Minimum erreicht hat, in einer, diesem unendlich nahen Lage Null sei, wird zweifelhaft, so bald man erwägt, dafs dieser Satz selbst nur bedingungsweise richtig ist, und die Regel Fermat's, so bald nur die Bedingungen gehörig gestellt werden, auch aus andern Sätzen abgeleitet werden kann. Auch ist die öfters ausgesprochene Behauptung, dafs diese Methode nur auf ganze Funktionen anwendbar sei, unrichtig. Was die Sphäre ihrer Gültigkeit betrifft, so setzt sie die Funktion als explicit gegeben voraus, und führt zu einer Bedingung, welche für jede rationale Funktion zwar nothwendig, indefs nicht hinreichend ist.

Der zweite Schritt zur Lösung des in Rede stehenden Falles unserer Aufgabe geschah von Cartesius. Die Voraussetzung, von der Cartesius ausging, bestand darin, dafs die Funktion y, deren Maximum, oder Minimum bestimmt werden soll, durch einen, mit Null verglichenen rationalen Ausdruck von x und y gegeben sei. Und dies angenommen, zeigte Cartesius, dafs, wenn man sich in einer solchen Gleichung für y einen ihrer gröfsten, oder ihrer kleinsten Werthe substituirt denkt, die in x entstehende Gleichung zwei, einander gleiche Wurzeln gestatten mufs. Um also eine Gleichung zu gewinnen, durch welche der besondere Werth von x, einem Maximo oder einem Minimo von y entsprechend, bestimmt werde, war es hinreichend, aus der zwischen x und y gegebenen Gleichung selbst, mittelst Substitution eines besondern Werthes für y, eine zweite in x mit zwei gleichen Wurzeln abzuleiten: eine Aufgabe, die Cartesius ebenfalls zur Lösung brachte.

Da sich jede algebraische Funktion durch einen, mit Null verglichenen, rationalen Ausdruck von x und y bestimmen läfst, so folgt, dafs die

Methode von Cartesius, was die Nothwendigkeit der betreffenden Bedingung anbelangt, für alle algebraischen, sowohl irrationalen, als rationalen Funktionen gültig ist, und daher einen wesentlichen Fortschritt in der Lösung des in Rede stehenden Problems bildet. Es ist dies hier um so mehr ausdrücklich zu bemerken, als man nicht ungeneigt gewesen zu sein scheint, der Fermatschen Methode vor der des Cartesius den Vorzug einzuräumen. Nur hat diese die Unvollkommenheit mit jener gemein, dafs die so gewonnene Endgleichung, wenn gleich stets nothwendig, dennoch nicht hinreichend ist.

Sowohl die eine, als die andre dieser beiden Methoden war in Bezug auf die Anwendung der Vereinfachung fähig; und es war gerade dieser Punkt, auf welchen die beiden Niederländer Hudde und Huygens ihre Bestrebungen richteten. — Wie schon bemerkt, war durch Cartesius die Lösung der in Rede stehenden Aufgabe auf die Ermittelung einer Gleichung mit zwei gleichen Wurzeln zurückgebracht worden. Cartesius leistete diese Bestimmung durch die so genannte Methode der unbestimmten Coefficienten: eine Methode, welche leicht zu grofsen Weitläuftigkeiten führte. Hudde erwarb sich das Verdienst, die Anwendung dieser Methode völlig entbehrlich zu machen, indem er zeigte, dafs, wenn eine Gleichung mit n gleichen Wurzeln, unter gewissen näher bestimmten Bedingungen, in eine arithmetische Progression multiplicirt wird, alsdann stets eine Gleichung entsteht, die $(n-1)$ von jenen n gleichen Wurzeln enthält. — Es ist demnach ein Irrthum, wenn Hudde die Erfindung einer eigenthümlichen Methode für die Bestimmung der Maxima und Minima zugeschrieben, oder wenn behauptet wird, dafs die Gültigkeit von dessen Methode auf die rationalen Funktionen beschränkt sei. In logischer Beziehung ist Hudde's Methode mit der des Cartesius völlig einerlei, und daher auf alle algebraischen Funktionen anwendbar. Nur scheint Hudde das nicht unwesentliche Verdienst zu gebühren, allererst das Unzureichende der so gewonnenen Gleichung erkannt und zur Sprache gebracht zu haben.

Wie schon oben bemerkt, war von der Fermatschen Regel kein Beweis gegeben worden. Huygens war es, welcher deshalb sowohl eine Vermittelung, als eine Vereinfachung dieser Methode versuchte. Der erste Punkt mislang; indem die Argumentation, welche man in dieser Beziehung aufgeführt findet, der mathematischen Schärfe entbehrt. Glücklicher war

Huygens in Ansehung des zweiten Punktes; indem es ihm namentlich gelang, für die rationalen Funktionen, und also für die ganze Sphäre derjenigen, für welche die Fermatsche Methode selbst zu einer nothwendigen Bedingung führt, eine Regel zu ermitteln, die in Rücksicht ihrer Einfachheit nichts zu wünschen übrig liefs.

Durch die Anwendung der Differenzial-Rechnung auf die in Rede stehende Aufgabe mufste die Lösung derselben schon deshalb um einen grofsen Schritt gefördert werden, weil diese die Betrachtung der mehr besondern Formen zu umgehen und die Funktionen, wenn auch nicht in ihrer begriffsmäfsigen Allgemeinheit festzuhalten, dennoch unter die nähere einfache Bestimmung der continuirlichen zu stellen gestattete. Diese Anwendung geschah zunächst von den beiden Erfindern der Differenzial-Rechnung, Newton und Leibnitz, selbst. Um sie zu vermitteln, suchte Newton den Satz, und zwar rein analytisch, zu beweisen, dafs für den Fall eines Maximums, oder eines Minimums einer continuirlichen Funktion der entsprechende besondre Werth von deren Fluxion Null sei. Der Beweis dieses Satzes, welcher übrigens mit der oben angeführten Keplerischen Bemerkung einerlei ist, enthält ein, selbst noch für den gegenwärtigen Standpunkt der, in der Analysis üblichen, Reflexion, höchst bemerkenswerthes Versehen. Es wird namentlich streng dargethan, dafs die Fluxion der Funktion, unter der vorausgesetzten Bedingung, keiner angebbaren Gröfse gleich sein kann; und hieraus unmittelbar gefolgert, dafs sie gleich Null sein müsse. Es ist aber einleuchtend, dafs der letzte Schlufs nur in so fern statthaft ist, als der Satz feststeht, dafs der besondere Werth der Fluxion von einer continuirlichen Funktion stets entweder angebbar, oder Null sei: was aber erweislichermafsen unrichtig ist. —

Leibnitz dagegen suchte die Anwendung der Differenzial-Rechnung auf das in Rede stehende Problem durch den Satz zu vermitteln, dafs, für den Fall eines Maximums, oder eines Minimums der Ordinate einer Curve die entsprechende Tangente mit der Abscissenachse parallel sei. Da auch dieser Satz nur bedingungsweise richtig ist und zu dem Newtonschen Resultate führt: so sind die Methoden von Newton und Leibnitz von gleicher Geltung. Sie bilden in so fern einen grofsen Fortschritt, als sie für alle diejenigen Funktionen zu einer nothwendigen Bedingung führen, deren Fluxionen oder Differenziale continuirlich bleiben; wenn gleich, von einer

andern Seite betrachtet, nicht geläugnet werden kann, dafs sie bereits für irrationale Funktionen aufhören, dieser Anforderung zu entsprechen. —

Es war L'Hopital, der das Mangelhafte dieser Methode erkannte und zu ergänzen sich bestrebte. Die Sätze, welche seinen Betrachtungen zur Grundlage dienen, sind die beiden folgenden:

1) Das Differenzial einer continuirlichen Funktion mufs für denjenigen besonderen Werth der ursprünglichen Veränderlichen, für welchen der entsprechende besondere Werth der Funktion ein Maximum, oder ein Minimum bildet, entweder vom Positiven ins Negative, oder vom Negativen ins Positive übergehen.

2) Jede continuirlich zu- oder abnehmende Funktion kann nicht vom Positiven ins Negative übergehen, ohne Null, oder Unendlich zu werden: Null namentlich, wenn sie Anfangs abnehmend, unendlich aber, wenn sie Anfangs zunehmend fortgeht.

Der Satz nun, welchen L'Hopital als eine nothwendige Folge der beiden vorhergehenden aufstellte, lautet:

Für den Fall, wo der besondere Werth einer Funktion ein Maximum, oder ein Minimum bildet, mufs der besondere Werth des Differenzials derselben entweder Null, oder unendlich sein.

Gegen den ersten dieser Sätze fällt nichts einzuwenden. Was aber den zweiten betrifft, so wurde von L'Hopital selbst eingeräumt, dafs derselbe bezweifelt werden könne, und der Versuch gemacht, ihn durch eine Construction zu verdeutlichen. Es ist aber leicht einzusehen, dafs sich durch die Nachweisung einzelner entsprechender geometrischer Fälle wohl die Möglichkeit, keinesweges aber die Nothwendigkeit des Satzes (die auch nicht statt findet) darthun läfst. — Was endlich den Schlufssatz anbelangt, so darf nicht unbemerkt gelassen werden, dafs derselbe hier nur in sofern als vollständig vermittelt angesehen werden kann, als zugleich der Satz feststeht, dafs das Differenzial einer continuirlichen Funktion continuirlich entweder zu- oder abnehmend sei: was aber keinesweges der Fall ist.

Wenn gleich also L'Hopital die Lösung der in Rede stehenden Aufgabe zu keiner vollständigen Erledigung brachte; so darf doch nicht geläugnet werden, dafs er sie um einen grofsen Schritt weiter führte, indem er zeigte, dafs im Falle eines Maximums, oder eines Minimums einer Funktion das Differenzial derselben auch unendlich-werdend sein kann. Erst hier-

durch erhielt die Lösung mittelst der Differenzial-Rechnung, den nothwendigen Bedingungen nach, auch ihre uneingeschränkte Gültigkeit für die irrationalen Funktionen, welche bereits die Methode von Cartesius besafs, — die Newton-Leibnitzische aber entbehrte. Um so auffallender mufs es daher erscheinen, dafs diese Leistung L'Hopital's bei dessen Nachfolgern so wenig Anerkennung fand, und selbst von Euler und Lagrange unberücksichtigt gelassen wurde. Die Methoden namentlich, welche die Wissenschaft Euler und Lagrange in Ansehung der Theorie der Maxima und Minima verdankt, beschränken sich lediglich auf den Fall, für welchen der sogenannte Taylorsche Lehrsatz Geltung hat; und es war Lagrange, welcher, unter einer, dieser analogen, oder vielmehr noch speciellern, Bedingung, die Lösung unserer Aufgabe auch für den Fall einer Funktion von mehren ursprünglichen Veränderlichen zur Erledigung brachte.

Herr Lacroix war es, der zunächst wiederum auf die eingeschränkte Gültigkeit der Euler-Lagrangeschen Methode aufmerksam machte und sie zu vervollständigen suchte. Wie schon bemerkt, beruht eben diese Methode auf dem Taylorschen Lehrsatze, d. h. auf der vorausgesetzten Möglichkeit der Entwickelung der Funktionen nach den Potenzen positiver und ganzer Exponenten von der Differenz der ursprünglichen Veränderlichen. Die Voraussetzung aber, welche Hr. Lacroix seinen Betrachtungen zu Grunde legt, unterscheidet sich von der vorigen dadurch, dafs sie nur die Möglichkeit der Entwickelung der Funktion nach steigenden Potenzen von der Differenz der ursprünglichen Veränderlichen betrifft. Und dies zugegeben, beweist Hr. Lacroix, dafs für den Fall eines Maximums, oder eines Minimums einer Funktion das Differenzial derselben entweder Null, oder unendlich werdend sein mufs. — Hr. Lacroix ist der Ansicht, dafs seine Darstellung der analytischen Theorie der Maxima und Minima in Ansehung der Vollständigkeit nichts zu wünschen übrig lasse. Dies würde auch wirklich der Fall sein, wenn die zu Grunde liegende Voraussetzung streng allgemein gültig wäre. Aber, eben so wenig zu jeder, mit $z = 0$ verschwindenden, Funktion $f(z)$ zwei angebbare algebraische Gröfsen n und A möglich sind, so dafs $\overset{z=0}{\mathrm{Gr}}\frac{f(z)}{z^n} = A$ sei, eben so wenig ist auch jede continuirliche Funktion $\phi(x+\Delta x)$ für jeden möglichen besondern Werth von x, der Entwickelung nach steigenden Potenzen von Δx fähig. Indefs kann nicht geläugnet werden, dafs

Hr. Lacroix das, bereits von L'Hopital ermittelte, Ergebnifs auf eine selbstständige Weise begründet hat.

Herrn Cauchy gebührt das Verdienst, die Aufgabe der Maxima und Minima in völlig strenger Allgemeinheit aufgefafst und betrachtet zu haben. Zunächst (vid. *Leçons sur le calcul differentiel*, p. 60) wird erwiesen, dafs, wenn $f(x)$ und $\frac{df(x)}{dx} = f'(x)$ beide continuirlich sind in der Nähe eines besondern Werthes x_0 von x, eben diesem besondern Werthe x_0 alsdann nur in so fern ein Maximum, oder ein Minimum von $f(x)$ entsprechen kann, als man hat

$$f'(x_0) = 0.$$

Und dies vorausgesetzt, wird für die Lösung der Aufgabe selbst, in so fern sie die Funktion von Einer ursprünglichen Veränderlichen betrifft, die folgende Vorschrift, jedoch ohne fernern Beweis, aufgestellt:

„Es sei $f(x)$ die gegebene Funktion. Zunächst suche man diejenigen besondern Werthe von x, für welche $f(x)$ discontinuirlich werde. Einem jeden dieser besondern Werthe, in so fern deren stattfinden, wird ein besonderer Werth der Funktion entsprechen, der gewöhnlich (*ordinairement*) entweder unendlich, oder ein Maximum, oder ein Minimum sein wird."

„Zweitens suche man die Wurzeln der Gleichung

$$f'(x) = 0$$

nebst denjenigen besondern Werthen von x, für welche $f'(x)$ discontinuirlich werde, und unter denen diejenigen die erste Stelle einnehmen, welche durch die Gleichung

$$f'(x) = \pm\infty \text{ oder } \frac{1}{f'(x)} = 0$$

bestimmt werden. Es sei x_0 eine von diesen Wurzeln oder einer von diesen Werthen. Der entsprechende besondere Werth der Funktion, $f'(x_0)$, wird ein Maximum sein, wenn in der Nähe des besonderen Werthes x_0 von x, die Funktion $f'(x)$ positiv für $x < x_0$ und negativ für $x > x_0$ ist. Dagegen wird $f(x_0)$ ein Minimum sein, wenn $f'(x)$ negativ für $x < x_0$ und positiv für $x > x_0$ ist. Endlich: ist in der Nähe des Werthes x_0 von x, $f'(x)$ beständig positiv, oder beständig negativ; so ist $f(x_0)$ weder ein Maximum, noch ein Minimum."

Was diese Vorschrift selbst anbelangt, so fällt, in so fern man sie lediglich an sich und in Rücksicht des betreffenden Gegenstandes betrachtet, unter gehöriger Beachtung der hier statt findenden Grundvoraussetzungen, weder gegen die Richtigkeit, noch gegen die Vollständigkeit derselben etwas Wesentliches zu erinnern. Nur in Ansehung der wissenschaftlichen Methode darf nicht unbemerkt bleiben: 1) dafs der, in jener Vorschrift zuerst erwähnte Fall unter dem zweiten enthalten ist; 2) dafs die Analysis für die Bestimmung solcher besondern Werthe einer ursprünglichen Veränderlichen, für welche eine Funktion derselben discontinuirlich werde, so viel uns bekannt, keine besondere Methode besitzt, durch welche eine andere auf eine ursprüngliche Weise zu vermitteln wäre.

Höchst interessant ist das Beispiel, welches uns der Lösungsgang dieser, für den historischen Mathematiker bereits längst erledigten, Aufgabe in Ansehung der fortschreitenden Entwickelung des Geistes darbietet. — Bei Fermat ist es noch gröfstentheils die unvermittelte Gedankenthat, auf welche die gesuchte Lösung zurückgeführt wird. Fermat vermag, aus Mangel an den dazu nöthigen Begriffen, weder die That selbst wissenschaftlich zu bestimmen, noch deren Anwendung auf den vorliegenden Fall gehörig zu begründen. Denn die Vorschrift, nach welcher in der, a und e enthaltenden, Gleichung so viele Glieder, wie nur möglich, von e befreit u. s. w. werden sollen, bildet deshalb keine wissenschaftliche Bestimmung, weil der Act der Befreiung von e noch ein blofs äufserlicher und kein begriffsmäfsig bestimmter ist.

Bei Cartesius ist bereits eine mehr ausgebildete Form wirksam. Der Gegenstand wird streng wissenschaftlich bestimmt, — und vermöge dieser Bestimmung, in Verbindung mit dem Begriff eines Maximums, oder eines Minimums, wird ein Lehrsatz begründet, welcher die fragliche Lösung auf zwei andere zurückführt, von denen die eine bereits anderweitig bekannt ist, und die andere zur vollständigen Erledigung gebracht wird.

Die Leistungen von Hudde und Huygens sind hier in so fern weniger wesentlich, als sie weder die Begründung, noch die Erweiterung, sondern lediglich die Vereinfachung der vorigen Methoden betreffen. Nur gebührt Hudde, wie schon oben bemerkt, das Verdienst, zuerst das Unzureichende der Cartesischen Bedingungsgleichung erkannt zu haben: eine Thatsache, die uns einen wichtigen Fortschritt des logischen Bewufstseins der da-

maligen Zeit andeutet. Durch diesen Fortschritt, verbunden mit einem, eben hierdurch zugleich geschärften, Studium der Griechischen Mathematiker, gelang es endlich dem Geiste, in der Erfindung der Differenzial- und Integral-Rechnung, eine, bereits im grauen Alterthum mit so ausgezeichnetem Erfolg angewendete Bestimmungsform von dem geometrischem Stoff, mit welchem sie daselbst verknüpft erscheint, zu befreien, und die Anwendung derselben auf die bis dahin zur Erkenntnifs gebrachten begriffsmäfsig bestimmten Gröfsen ausdehnen. Höchst folgenreich war auch diese Erfindung für das hier in Rede stehende Problem. Dieselbe gestattete für diesen Gegenstand eine erweiterte Fassung und in Ansehung der Lösung desselben eine streng wissenschaftliche Bestimmung: indem hierdurch das von e befreite und mit Null verglichene Glied der Fermatschen Bedingungsgleichung unter den Begriff des Differenzial- oder Fluxions-Verhältnisses subsumirt werden konnte, welcher durch jene Erfindung seine Bestimmung erlangt hatte.

Dieses glänzenden Fortschritts ungeachtet, ermangelt der fernere Lösungsverlauf unserer Aufgabe nicht, uns von der Beschränktheit sowohl des constructiven, als des logischen Bewufstseins der damaligen, und selbst der spätern, Zeit auch mehre bemerkenswerthen Thatsachen darzubieten. Newton übersah, dafs die formale Bestimmung einer Gröfse, welcher durch keine angebbare Gröfse entsprochen werden kann, nicht nothwendigerweise den Werth Null gestattet; Leibnitz, dafs für den Fall eines Maximums, oder eines Minimums der Ordinate einer Curve die Tangente des entsprechenden Punktes der Abscissenachse nicht mit Nothwendigkeit parallel ist; L'Hopital, dafs das Differenzial-Verhältnifs einer continuirlichen Funktion nicht nothwendigerweise continuirlich zu- oder abnehmend ist; Euler nebst Lagrange, dafs, für den Fall eines Maximums, oder eines Minimums, der Werth der Funktion der Entwickelung nach dem Taylorschen Satze nicht mit Nothwendigkeit fähig ist; Hr. Lacroix endlich, die beschränkte Gültigkeit dieser letzten Betrachtungsweise erkennend, dafs der Werth jeder continuirlichen Funktion $\phi(x + \Delta x)$ für jeden möglichen besonderen Werth von x, die Entwickelung nach steigenden Potenzen von Δx nicht nothwendigerweise gestattet.

Hrn. Cauchy war es vorbehalten, nicht blofs diese wissenschaftlichen Vorurtheile insgesammt zu überwinden, sondern auch das Bewufstsein in

Ansehung des Umfangs der vorliegenden Aufgabe durch die ausdrückliche Erwähnung der discontinuirlichen Funktionen, bedeutend aufzuklären. Dafs aber hierdurch die in Rede stehende Theorie selbst ihre wissenschaftliche Vollendung erlangt haben sollte, dürfte, bei einer genaueren Betrachtung der Sache, um so mehr zweifelhaft werden, als auch noch die letztere Betrachtungsweise, wie alle früheren, auf der näheren Voraussetzung beruht, dafs die ursprüngliche Veränderliche nur reeller besonderer Werthe fähig sei: eine Voraussetzung, die ebenfalls, dem Begriffe gegenüber, eine rein willkürliche Beschränkung der Aufgabe bildet. —

Wie leicht erhellet, ist das Bisherige nur auf Funktionen von Einer ursprünglichen Veränderlichen bezüglich. Was die Theorie der Maxima und Minima der Funktionen von mehren ursprünglichen Veränderlichen anlangt, so wurde der erste methodische Versuch in dieser Beziehung, so viel uns bekannt, von Euler unternommen. Der Satz, welcher den Eulerschen Betrachtungen zur Grundlage dient, besteht darin, dafs, wenn $f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_n)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(x_1, x_2, x_3, \ldots x_n)$ ist, alsdann stets eine ganze positive Gröfse ν möglich sei, so dafs

$$\frac{d^\nu f(b_1 + \omega_1 t,\ b_2 + \omega_2 t,\ b_3 + \omega_3 t, \ldots b_n + \omega_n t)}{dt^\nu}\overset{(t=0)}{},$$

unabhängig von den ursprünglichen Veränderlichen $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots \omega_n$, angebbar sei. Wenn daher, schon dieser Grundlage wegen, der Erfolg dieses Versuchs nur beschränkt ausfallen konnte; so scheiterte derselbe überdies gänzlich an der Ermittelung der sogenannten Kriterien. Lagrange berichtigte zwar letzteres Versehen vollständig; fand indefs kein Bedenken, jenen, nur bedingungsweise gültigen, Satz in völliger Unbedingtheit fest zu halten.

Hrn. Cauchy ist zwar dieser Mangel ebenfalls nicht entgangen: nur scheint hier die Darstellung der Theorie selbst in Ansehung der Methode einiges zu wünschen übrig zu lassen. Diese Darstellung namentlich beruht auf dem, als evident bezeichneten, Satze, dafs, wenn $f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_n)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(b_1 + \omega_1 t, b_2 + \omega_2 t, b_3 + \omega_3 t, \ldots b_n + \omega_n t)$, für $t = 0$ und unabhängig von $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots \omega_n$ ist, alsdann $f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_n)$ auch ein Maximum, oder ein Minimum von $f(x_1, x_2, x_3, \ldots x_n)$ sei. Allein, dafs dieser Satz nicht als evident im eigentlichen Sinne betrachtet werden kann, ist einleuchtend; und wenn wir daher annehmen, dafs durch eben die-

ses Prädicat der betreffende Satz lediglich als ein, aus dem anderweitig Bekannten, leicht zu vermittelnder bestimmt gedacht werden solle: so scheint uns auch das Begründete einer solchen Bestimmung nicht aufser allem Zweifel zu stehen.

Diesem nach dürfte es, im Interesse einer, dem Standpunkte des geistigen Bewufstseins der gegenwärtigen Zeit entsprechenden, wissenschaftlichen Erkenntnifs nicht überflüssig sein, auf die in Rede stehende Theorie noch einmal zurück zu gehen, und dieselbe in derjenigen Allgemeinheit, welche der Gegenstand gestattet, aufgefafst, nach streng wissenschaftlichen Prinzipien, so weit zur Darstellung zu bringen, als sie zur Vermittelung der betreffenden Methoden erforderlich ist.

Indem wir uns nun, im Nachfolgenden, an einer solchen Darstellung zu versuchen beabsichtigen, dürfte es nicht unzweckmäfsig sein, zuvor noch ausdrücklich zu bemerken, dafs alles dasjenige, was durch die Theorie der Maxima und Minima zu den, von diesen unabhängigen, Begriffen und Sätzen hinzukommt, und durch dessen Fassung mithin alles Weitere bedingt und bestimmt wird, lediglich in dem Begriff eines Maximums und dem eines Minimums besteht. Um die Bestimmung dieser Begriffe auf eine, alle möglichen Fälle umfassende Weise zu Stande zu bringen, kann man sich eines Hülfsbegriffs bedienen, der auch zum Behuf anderweitiger Bestimmungen einer nützlichen Anwendung fähig sein dürfte, und welchen ich mit dem Namen eines Mittelwerths oder einer Mittelgröfse belegen möchte. Die Bestimmung dieses Begriffs selbst läfst sich folgendermafsen stellen:

1. Sind $a, \alpha; c, \gamma$ beziehungsweise vollständig bestimmte reelle algebraische Gröfsen, und ist, $i = \sqrt{-1}$ gesetzt,

$$A = a + \alpha i, \quad C = c + \gamma i,$$

so wird eine algebraische Gröfse B ein M i t t e l w e r t h oder eine M i t t e l g r ö f s e, von A und C genannt und mit $M(A, C)$ bezeichnet, in so fern zwei reelle Gröfsen λ und θ, beziehungsweise nicht kleiner, als 0, und nicht gröfser, als 1, möglich sind, so dafs

$$B = a + \lambda(c - a) + (\alpha + \theta(\gamma - \alpha))i$$

sei: auch wird in einem solchen Falle von B gesagt, dafs sie zwischen den — oder innerhalb der Grenzen A und C l i e g e oder e n t h a l t e n sei.

2. Sind

$$(1) \qquad a_1,\ a_2,\ a_3, \ldots . a_n,$$
$$(2) \qquad b_1,\ b_2,\ b_3, \ldots . b_n,$$
$$(3) \qquad c_1,\ c_2,\ c_3, \ldots . c_n$$

drei Systeme beziehungsweise von n vollständig bestimmten algebraischen Gröſsen; so wird das System (2) ein System von Mittelwerthen oder ein Mittelsystem von (1) und (3) genannt, in so fern, streng allgemein, b_r eine Mittelgröſse von a_r und c_r ist: auch wird in einem solchen Fall von dem System (2) gesagt, daſs es zwischen den — oder innerhalb der Grenzen (1) und (3) liege oder enthalten sei.

3. Ist B ein Mittelwerth von A und C; so heiſsen A und C die Grenzen von B.

4. Ist ein System (2) ein Mittelsystem von (1) und (3), so werden die Systeme (1) und (3) die Grenzsysteme von (2) genannt.

Da die, aus diesen Bestimmungen flieſsende Theorie zu einfach ist, um nicht, wenigstens in Ansehung ihrer nächsten Beziehungen, mit Leichtigkeit übersehen werden zu können, so wenden wir uns nunmehr zu unserm Gegenstande selbst.

Erklärung. α) Bezeichnen

$$(1) \qquad x_1,\ x_2,\ x_3, \ldots x_r, \ldots x_n$$

ein System von n ursprünglichen Veränderlichen,

$$(2) \qquad a_1,\ a_2,\ a_3, \ldots a_r, \ldots a_n,$$
$$(3) \qquad c_1,\ c_2,\ c_3, \ldots c_r, \ldots c_n$$

irgend zwei Systeme besonderer Werthe, von denen, streng allgemein, $a_r\, n. = b_r$ ist, — und

$$(4) \qquad f(x_1,\ x_2,\ x_3, \ldots x_r, \ldots x_n)$$

irgend eine, innerhalb der Grenzen (2) und (3) vollständig bestimmt und zugleich reell bleibende Funktion derselben; bezeichnen ferner

(5) $$b_1, b_2, b_3, \ldots b_r, \ldots b_n$$

irgend ein Mittelsystem von (2) und (3), von welchem, streng allgemein, $b_r n. = a_r$ und $b_r n. = c_r$, — und

(6) $$f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_r, \ldots b_n)$$

den, dem Systeme (5) entsprechenden besonderen Werth der Funktion (4): so wird von der Gröfse (6) gesagt, dafs sie ein gröfster Werth, ein Gröfstes oder ein Maximum von der Funktion (4) rücksichtlich der Systeme (2) und (3) sei, in so fern sie gröfser ist, als ein jeder von den besonderen Werthen, welche die Funktion (4) für alle, innerhalb der Grenzen (2) und (3), mit Ausnahme von (5), liegenden Systeme besonderer Werthe der ursprünglichen Veränderlichen (1) erhält.

β) Unter denselben Voraussetzungen wird von der Gröfse (6) gesagt, dafs sie ein kleinster Werth, ein Kleinstes oder ein Minimum von (4) rücksichtlich der Systeme (2) und (3) sei, in so fern sie kleiner ist, als ein jeder von den besonderen Werthen, welche die Funktion (4) für alle, innerhalb der Grenzen (2) und (3), mit Ausnahme von (5), enthaltenen Systeme besonderer Werthe der ursprüngtichen Veränderlichen (1) erlangt.

γ) Unter Festhaltung der übrigen Voraussetzungen wird die Gröfse (6) schlechthin ein Maximum, oder ein Minimum von der Funktion (4) genannt, in so fern zu (5) irgend zwei Systeme besonderer Werthe (2) und (3) für die ursprünglichen Veränderlichen (1) möglich sind, rücksichtlich welcher (6) ein Maximum, oder ein Minimum von (4) sei.

Dies vorausgesetzt, wenden wir uns zur Vermittelung der folgenden Lehrsätze.

Bekanntlich ist die Differenz zwischen zwei reellen algebraischen Gröfsen angebbar und negativ, oder angebbar und positiv, jenachdem der Minuend kleiner, oder gröfser, als der Subtrahend, — und umgekehrt, in so fern Minnend und Subtrahend reell sind, der Minuend kleiner, oder gröfser, als der Subtrahend, jenachdem die Differenz angebbar und negativ, oder angebbar und positiv ist. — Aus der Verbindung dieser Sätze mit der vorigen Erklärung α) und β) folgt:

Lehrsatz. Ist die Gröfse (6) ein Maximum von (4) rücksichtlich der Systeme (2) und (3); so ist die Funktion

(7) $$f(x_1, x_2, x_3, \ldots x_r, \ldots x_n) - f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_r, \ldots b_n)$$

angebbar und negativ bleibend innerhalb der Grenzen (2) und (3), mit Ausnahme des Systems (5). Und umgekehrt, ist die Gröſse (6) reell, und die Funktion (7) angebbar und negativ bleibend innerhalb der Grenzen (2) und (3), mit Ausnahme von (5), so ist (6) ein Maximum von (4) rücksichtlich der Systeme (2) und (3). — Ist aber die Gröſse (6) ein Minimum von (4) rücksichtlich (2) und (3); so ist die Funktion (7) angebbar und positiv bleibend innerhalb der Grenzen (2) und (3), mit Ausnahme von (5). Und umgekehrt: ist die Gröſse (6) reell, und die Funktion (7) angebbar und positiv bleibend innerhalb der Grenzen (2) und (3), mit Ausnahme von (5), so ist (6) ein Minimum von (4) rücksichtlich der Systeme (2) und (3).

Zusatz. Da den Bedingungen dieses Lehrsatzes in Ansehung der besondern Werthe für die ursprünglichen Veränderlichen (1) entsprochen wird, wenn man für

$$x_1,\ x_2,\ x_3 \ldots x_{r-1},\ x_{r+1},\ldots x_n$$

die besondern Werthe

$$b_1,\ b_2,\ b_3 \ldots b_{r-1},\ b_{r+1},\ldots b_n$$

und für x_r einen beliebigen Mittelwerth von a_r und c_r, mit Ausnahme von b_r, setzt (wo x_r eine beliebige von den ursprünglichen Veränderlichen bezeichnet): so folgt aus dem vorigen Lehrsatze:

Ist die Gröſse (6) ein Maximum von (4) rücksichtlich der Systeme (2) und (3), so ist die Funktion

$$(8)\qquad f(b_1,\ b_2,\ b_3 \ldots b_{r-1},\ x_r,\ b_{r+1} \ldots b_n) - f(b_1,\ b_2,\ b_3 \ldots b_r \ldots b_n),$$

wo x_r eine beliebige von den ursprünglichen Veränderlichen (1) bezeichnet, angebbar und negativ bleibend innerhalb der Grenzen a_r und c_r für x_r, mit Ausnahme des besondern Werthes b_r. — Ist aber die Gröſse (6) ein Minimum von (4) rücksichtlich der Systeme (2) und (3); so ist die Funktion (8) angebbar und positiv bleibend innerhalb der Grenzen a_r und c_r für x_r, mit Ausnahme von b_r.

Da, wenn die Funktion (8) angebbar und negativ bleibend ist innerhalb der Grenzen a_r und c_r für x_r, mit Ausnahme von b_r, die Gröſse (6), in so fern sie reell ist, ein Maximum von der Funktion

$$f(b_1,\ b_2,\ b_3,\ldots b_{r-1},\ x_r,\ b_{r+1},\ldots b_n)$$

rücksichtlich der Grenzen a_r und c_r; — wie auch, wenn (8) angebbar und positiv bleibend ist innerhalb der Grenzen a_r und c_r für x_r, mit Ausnahme von b_r, die Gröfse (6), in so fern sie reell ist, ein Minimum von eben dieser Funktion rücksichtlich der Grenzen a_r und c_r ist (Lehrs. 1); da ferner die Gröfse (6) reell ist, wenn sie ein Maximum, oder ein Minimum von (4) ist (Erkl.): so folgt hieraus, in Verbindung mit Lehrs. 1, Zus.:

Lehrsatz 2. Ist die Gröfse (6) ein Maximum von (4) rücksichtlich der Systeme (2) und (3); so ist sie auch ein Maximum von der Funktion

$$f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_{r-1}, x_r, b_{r+1}, \ldots b_n) \tag{9}$$

rhcksichtlich a_r und c_r für jede beliebige x_r von den ursprünglichen Veränderlichen (1). Ist aber die Gröfse (6) ein Minimum von der Funktion (4) rücksichtlich der Systeme (2) und (3); so ist sie auch ein Minimum von der Funktion (9) rücksichtlich a_r und c_r für jede beliebige x_r von den ursprünglichen Veränderlichen (1).

Zusatz. Ist demnach $f(b_1, b_2, b_3 \ldots b_r, \ldots b_n)$ ein Maximum von $f(x_1, x_2, x_3, \ldots x_r, \ldots x_n)$ rücksichtlich der Systeme (2) und (3); so ist sie auch ein Maximum von

$$(10) \begin{cases} f(x_1, b_2, b_3, \ldots b_r \ldots b_n) \ldots & \text{rücksichtlich } a_1 \text{ und } c_1 \text{ für } x_1, \\ f(b_1, x_2, b_3, \ldots b_r \ldots b_n) \ldots & \text{—} \quad a_2 \text{ und } c_2 \text{ für } x_2, \\ f(b_1, b_2, x_3, \ldots b_r \ldots b_n) \ldots & \text{—} \quad a_3 \text{ und } c_3 \text{ für } x_3, \\ \vdots & \\ f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_{r-1}, x_r, b_{r+1} \ldots b_n) & \text{—} \quad a_r \text{ und } c_r \text{ für } x_r, \\ \vdots & \\ f(b_1, b_2, b_3 \ldots b_r \ldots b_{n-1}, x_n) & \text{—} \quad a_n \text{ und } c_n \text{ für } x_n. \end{cases}$$

Ist aber (6) ein Minimum von (4) rücksichtlich der Systeme (2) und (3); so ist sie auch ein Minimum von einer jeden der Funktionen (10).

Anmerk. Da die Funktionen (10) beziehungsweise Funktionen von Einer ursprünglichen Veränderlichen sind; so mag hier dieser besondere Fall zunächst einer nähern Betrachtung unterworfen werden.

Da, wenn b eine Mittelgröfse von a und c und sowohl der a, als der c ungleich ist, stets eine angebbare Gröfse ε, entweder von der Form p, oder von der Form qi, wo p und q beziehungsweise reelle angebbare algebraische Gröfsen bezeichnen, möglich ist, so dafs die besondern Werthe von

$$b + \omega,$$

innerhalb der Grenzen $-\varepsilon$ und $+\varepsilon$ für ω, beziehungsweise Mittelwerthe von a und c seien, und eben diese Veränderliche nur für $\omega = o$ gleich b wird; — da ferner, nach Lehrs. 1, die Gröfse $f(b)$, in so fern sie reell ist, ein Maximum von $f(b+\omega)$ rücksichtlich der Grenzen $-\varepsilon$ und $+\varepsilon$ ist, wenn

$$f(b+\omega) - f(b)$$

angebbar und negativ bleibend ist innerhalb der Grenzen $-\varepsilon$ und $+\varepsilon$ für ω, mit Ausnahme von Null, — dagegen ein Minimum von $f(b+\omega)$, wenn jene Funktion, unter denselben Bedingungen, angebbar und positiv bleibend ist: so folgt hieraus, nach Lehrs. 1,

Lehrsatz 3. Ist (b) ein Maximum, oder ein Minimum von $f(x)$ rücksichtlich zweier Grenzen a und c für x; so ist stets eine angebbare Gröfse ε, entweder von der Form p, oder von der Form qi, wo p und q beziehungsweise reelle angebbare algebraische Gröfsen bezeichnen, möglich, so dafs $f(b)$ im ersten Falle ein Maximum, und im zweiten ein Minimum von $f(b+\omega)$ rücksichtlich der Grenzen $-\varepsilon$ und $+\varepsilon$ für ω sei.

Zusasz. Ist demnach keine angebbare Gröfse ε, entweder von der Form p, oder von der Form qi, möglich, so dafs $f(b)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(b+\omega)$ rücksichtlich der Grenzen $-\varepsilon$ und $+\varepsilon$ für ω sei: so ist $f(b)$ weder ein Maximum, noch ein Minimum von $f(x)$ (Erkl. γ.)

Da jeder besondere Werth von den Funktionen

$$f(b-\omega) \text{ und } f(b+\omega),$$

innerhalb der Grenzen o und ε für ω, einem besondern Werthe von $f(b+\omega)$, innerhalb der Grenzen $-\varepsilon$ und $+\varepsilon$ für ω, — und jeder besondere Werth von $f(b+\omega)$ innerhalb letzterer Grenzen für ω, einem besondern Werthe entweder von $f(b-\omega)$, oder von $f(b+\omega)$, innerhalb der Grenzen o uud ε für ω, gleich ist: so folgt hieraus, in Verbindung mit Lehrs. 1,

Lehrsatz 4. Ist $f(b)$ ein Maximum von $f(b+\omega)$ rücksichtlich der Grenzen $-\varepsilon$ und $+\varepsilon$ von ω; so sind die Funktionen

$$(11) \qquad f(b-\omega) - f(b), f(b+\omega) - f(b)$$

beziehungsweise angebbar und negativ bleibend innerhalb der Grenzen o und ε für ω, mit Ausnahme von Null. Und umgekehrt: ist $f(b)$ reell, und sind die Funktionen (11) beziehungsweise angebbar und negativ bleibend innerhalb der Grenzen o und ε für ω, mit Ausnahme von Null: so ist $f(b)$ ein

Maximum von $f(b+\omega)$ rücksichtlich der Grenzen $-\varepsilon$ und $+\varepsilon$ für ω. — Ist aber $f(b)$ ein Minimum von $f(b+\omega)$ rücksichtlich der Grenzen $-\varepsilon$ und $+\varepsilon$ von ω; so sind die Funktionen (11) beziehungsweise angebbar und positiv bleibend innerhalb der Grenzen o und ε für ω, mit Ausnahme des Werthes Null. Und umgekehrt: ist $f(b)$ reell, und sind die Funktionen (11) beziehungsweise angebbar und positiv bleibend innerhalb der Grenzen o und ε für ω, mit Ausnahme des Werthes Null; so ist $f(b)$ ein Minimum von $f(b+\omega)$ rücksichtlich der Grenzen $-\varepsilon$ und $+\varepsilon$ für ω.

Da der Quotient von zwei, einander gleichnamigen angebbaren algebraischen Gröfsen stets positiv, — und, wenn ein solcher Quotient positiv und der Dividend, oder der Divisor reell ist, auch beide einander gleichnamig sind: so folgt hieraus, in Verbindung mit Lehrsatz 4,

Lehrsatz 5. Ist $f(b)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(b+\omega)$ rücksichtlich der Grenzen $-\varepsilon$ und $+\varepsilon$ von ω; so ist die Funktion

$$(12) \qquad \frac{f(b+\omega)-f(b)}{f(b-\omega)-f(b)}$$

angebbar und positiv bleibend innerhalb der Grenzen o und ε für ω, mit Ausnahme des Werthes Null. Und ist die Funktion (12) angebbar und positiv, wie auch $f(b+\omega)$ nebst $f(b)$ reell bleibend innerhalb der Grenzen o und ε für ω, mit Ausnahme des Werthes Null; so ist $f(b)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(b+\omega)$ rücksichtlich der Grenzen $-\varepsilon$ und $+\varepsilon$ für ω.

Da, wenn k irgend eine vollständig bestimmte angebbare algebraische Gröfse, und $\overset{\omega=o\,(\varepsilon)}{\text{Gr.}}\,\phi(\omega)=k$ (1) ist, die Gröfse k positiv ist, wenn $\phi(\omega)$ innerhalb der Grenzen o und irgend einer, zwischen o und ε enthaltenen, Gröfse positiv bleibt; dagegen negativ ist, wenn $\phi(\omega)$ innerhalb der Grenzen o und irgend einer, zwischen o und ε liegenden Gröfse negativ bleibt; da ferner, wenn die angebbare Gröfse k positiv ist, $\phi(\omega)$, innerhalb der Grenzen o und irgend einer, zwischen o und ε enthaltenen, Gröfse angebbar und positiv bleibt: dagegen angebbar und negativ, wenn jene Gröfse k negativ ist: so folgt hieraus, in Verbindung mit Lehrs. 5,

---

(1) Unter $\overset{\omega=o\,(\varepsilon)}{\text{Gr}}\,\phi(\omega)$ wird hier derjenige Grenzwerth von $\phi(\omega)$ verstanden, der durch solche unendlich klein-werdende unendliche Reihen für ω bestimmt gedacht wird, deren Glieder insgesammt zwischen ε und Null liegen.

Lehrsatz 6. Ist $f(b)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(b+\omega)$ rücksichtlich der Grenzen $-\varepsilon$ und $+\varepsilon$ für ω, ist die Gröſse k angebbar und

$$\overset{\omega=o\,(\varepsilon)}{\mathrm{Gr}}\frac{f(b+\omega)-f(b)}{f(b-\omega)-f(b)}=k: \tag{13}$$

so ist k positiv. — Und findet, unter derselben Voraussetzung in Absicht auf k, die Gleichheit (13) statt, und ist $f(b+\omega)$ reell bleibend innerhalb der Grenzen o und ε von ω; so ist $f(b)$ entweder ein Maximum, oder ein Minimum von $f(b+\omega)$ rücksichtlich zweier Grenzen $-\varepsilon'$ und $+\varepsilon'$ für ω, ihrer Folge nach, zwischen $-\varepsilon$ und o und zwischen $+\varepsilon$ und o enthalten.

Zusatz. Hieraus folgt also, daſs wenn eine angebbare Gröſse k der Gleichung (13) genügt und nicht zugleich positiv ist, die Gröſse $f(b)$ weder ein Maximum, noch ein Minimum von $f(b+\omega)$ rücksichtlich irgend welcher Grenzen $-\varepsilon'$ und $+\varepsilon'$ für ω ist.

Lehrsatz 7. Bezeichnen k' und k'' irgend zwei vollständig bestimmte angebbare, n dagegen irgend eine positive ganze algebraische Gröſse, und ist $f(b)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(b+\omega)$ rücksichtlich irgend welcher Grenzen $-\varepsilon$ und $+\varepsilon$ für ω: so kann nicht zugleich sein

$$\overset{\omega=o\,(\varepsilon)}{\mathrm{Gr}}\frac{f(b+\omega)-f(b)}{\omega^{2n+1}}=k', \tag{14}$$

$$\overset{\omega=o\,(-\varepsilon)}{\mathrm{Gr}}\frac{f(b+\omega)-f(b)}{\omega^{2n+1}}=k'', \tag{15}$$

$$\frac{k'}{k''}=\text{positiv}. \tag{16}$$

Beweis. Fände die Beziehung (15) statt, so wäre die Funktion

$$\frac{f(b+\omega)-f(b)}{\omega^{2n+1}}$$

des Grenzwerthes für o von ω rücksichtlich $-\varepsilon$ fähig, und daher

$$\overset{\omega=o\,(-\varepsilon)}{\mathrm{Gr}}\frac{f(b+\omega)-f(b)}{\omega^{2n+1}}=\overset{\omega=o\,(\varepsilon)}{\mathrm{Gr}}\frac{f(b-\omega)-f(b)}{(-\omega)^{2n+1}} \tag{17}$$

Vermöge (14), (15), (16), (17) in Verbindung mit den Voraussetzungen, wäre alsdann

$$\overset{\omega=o\,(\varepsilon)}{\mathrm{Gr}}\frac{f(b+\omega)-f(b)}{f(b-\omega)-f(b)}=-\frac{k'}{k''},$$

$$-\frac{k'}{k''} = \text{angebbar und negativ,}$$

und

$f(b)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(b+\omega)$ rücksichtlich der Grenzen $-\varepsilon$ und $+\varepsilon$ von ω:

was Lehrsatz 6, widerstreitet.

Da, wenn

$$\overset{\omega=0}{\mathrm{Gr}}\,\frac{f(b+\omega)-f(b)}{\omega^{2n+1}} = k$$

ist, alsdann auch

$$\overset{\omega=0\,(\varepsilon)}{\mathrm{Gr}}\,\frac{f(b+\omega)-f(b)}{\omega^{2n+1}} = k \text{ und } \overset{\omega=0\,(-\varepsilon)}{\mathrm{Gr}}\,\frac{f(b+\omega)-f(b)}{\omega^{2n+1}} = k,$$

— wie auch, in so fern k angebbar ist,

$$\frac{k}{k} = 1$$

ist: so folgt hieraus, in Verbindung mit Lehrs. 7,

Lehrsatz 8. Ist $f(b)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(b+\omega)$ rücksichtlich welcher Grenzen $-\varepsilon$ und $+\varepsilon$ für ω, und n irgend eine positive ganze Gröfse: so ist keine angebbare Gröfse k möglich, so dafs

$$\overset{\omega=0}{\mathrm{Gr}}\,\frac{f(b+\omega)-f(b)}{\omega^{2n+1}} = k$$

wäre.

Zusatz. Da der Werth Null die Bedingung für n erfüllt; so folgt aus dem vorigen Satze, dafs, wenn $f(b)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(b+\omega)$ rücksichtlich irgend welcher Grenzen $-\varepsilon$ und $+\varepsilon$ von ω ist, keine angebbare Gröfse k möglich ist, so dafs

$$\overset{\omega=0}{\mathrm{Gr}}\,\frac{f(b+\omega)-f(b)}{\omega} = k$$

wäre.

Da, wenn $\overset{(x=b)}{\frac{df(x)}{dx}}$ den Differenzial-Coefficienten der ersten Ordnung von $f(x)$ für den besonderen Werth b von x bezeichnet, und $\overset{(x=b)}{\frac{df(x)}{dx}} = k$ ist, alsdann auch $\overset{\omega=0}{\mathrm{Gr}}\,\frac{f(b+\omega)-f(b)}{\omega} = k$ ist: so folgt hieraus, in Verbindung mit dem vorigen Zus. und Lehrs. 3,

Lehrsatz 9. Ist $f(b)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(x)$, so ist keine angebbare Gröfse k möglich, so dafs

$$\frac{\overset{(x=b)}{df(x)}}{dx} = k$$

wäre.

Zusatz 1. Da eine, lediglich durch den Ausdruck $\frac{\overset{(x=b)}{df(x)}}{dx}$ oder $\overset{\omega=0}{\text{Gr}}\frac{f(b+\omega)-f(b)}{\omega}$ näher bestimmte algebraische Gröſse auch unmöglich sein kann; so folgt aus dem vorigen Lehrsatze, daſs, wenn $f(b)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(x)$ ist, $\frac{\overset{(x=b)}{df(x)}}{dx}$ entweder Null, oder unmöglich ist.

Zusatz 2. Hieraus folgt wiederm, daſs der Satz, nach welchem, wenn $f(b)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(x)$ ist, $\frac{\overset{(x=b)}{df(x)}}{dx}=0$ sei, nicht gegründet ist (Lagrange, *Th. d. fonct. anal.* p. 213).

Zusatz 3. Da die Bedingung $\frac{\overset{(x=b)}{df(x)}}{dx}=\infty$ nur einen besondern Fall von der Bedingung $\frac{\overset{(x=b)}{df(x)}}{dx}=$ unmöglich bildet; so folgt hieraus, daſs der Satz, nach welchem, wenn $f(b)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(x)$ ist, $\frac{\overset{(x=b)}{df(x)}}{dx}$ entweder $=0$, oder $=\infty$ sei, — ebenfalls nicht gegründet ist.

Anmerk. Da, dem Obigen nach, wenn $f(b)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(x)$ ist, $\overset{\omega=0}{\text{Gr}}\frac{f(b+\omega)-f(b)}{\omega}=0$ sein kann, und, wenn diese Gleichung statt findet, $\overset{\omega=0}{\text{Gr}}\frac{f(b+\omega)-f(b)}{\omega^{\nu}}$, in so fern $\nu>1$ ist, angebbar sein kann; da ferner, wenn diese Bestimmung angebbar und $f(b)$ zugleich ein Maximum, oder ein Minimum von $f(x)$ ist, ν gerade sein muſs (Lehrs. 8): so mag hier dieser besondere Fall zu einer nähern Erörterung gebracht werden.

Lehrsatz 10. Sind k' und k'' beziehungsweise angebbar, ist n positiv und ganz und ist $f(b+\omega)$ reell bleibend innerhalb der Grenzen o und ε für ω; ist ferner

$$\overset{\omega=0\,(\varepsilon)}{\text{Gr}}\frac{f(b+\omega)-f(b)}{\omega^{2n}}=k', \tag{18}$$

$$\overset{\omega=0\,(-\varepsilon)}{\text{Gr}}\frac{f(b+\omega)-f(b)}{\omega^{2n}}=k'': \tag{19}$$

so ist $f(b)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(b+\omega)$, wenn $\frac{k'}{k''}$ positiv, —

— — weder ein Maximum, noch ein Minimum von $f(b+\omega)$, wenn $\frac{k'}{k''}$ nicht positiv ist.

Beweis. In Folge der Voraus. (19) ist

$$(20)\qquad \overset{\omega=o\,(\varepsilon)}{\mathrm{Gr}}\ \frac{f(b-\omega)-f(b)}{(-\omega)^{2n}} = k'';$$

daher, vermöge der Vorauss. (18), und, weil k' und k'', mithin auch $\frac{k'}{k''}$ angebbar, wie auch n positiv und ganz,

$$(21)\qquad \overset{\omega=o\,(\varepsilon)}{\mathrm{Gr}}\ \frac{f(b+\omega)-f(b)}{f(b-\omega)-f(b)} = \frac{k'}{k''}.$$

Da ferner $f(b+\omega)$ reell bleibend innerhalb der Grenzen o und ε für ω (Vorauss.), $\frac{k'}{k''}$ angebbar ist und die Gleichheit (21) statt hat (Erwies.): so ist, nach Erkl. γ) und Lehrs. 6,

$f(b)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(b+\omega)$, wenn $\frac{k'}{k''}$ positiv, — und, nach Erkl. γ) und Lehrs. 6, Zus.,

$f(b)$ weder ein Maximum, noch ein Minimum von $f(b+\omega)$, wenn $\frac{k'}{k''}$ nicht positiv ist.

Lehrsatz 11. Sind k' und k'' beziehungsweise angebbar, ist $\frac{k'}{k''}$ positiv, n positiv und ganz und $f(b+\omega)$ reell bleibend innerhalb der Grenzen o und $+\varepsilon$ für ω, wo ε entweder von der Form p, oder von der Form qi; finden endlich die Gleichheiten (18) und (19) statt: so ist

$f(b)$ ein Maximum von $f(b+\omega)$, wenn k' negativ und ε^{2n} positiv, — oder, wenn k' positiv und ε^{2n} negativ ist;

— ein Minimum von $f(b+\omega)$, wenn k' positiv und ε^{2n} positiv, — oder, wenn k' negativ und ε^{2n} negativ ist.

Beweis. Aus der Voraussetzung (19) folgt zunächst, wie oben, die Gleichheit (20).

Ist nun erstlich k' negativ, so ist auch, weil $\frac{k'}{k''}$ positiv ist (Vorauss.), k'' negativ. Aus (18) und (20) folgt alsdann, weil $f(b+\omega)$, mithin auch $f(b-\omega)$, $f(b+\omega)-f(b)$ und $f(b-\omega)-f(b)$ reell bleibend sind innerhalb der Grenzen o und $+\varepsilon$ für ω, wie auch ε entweder von der Form p, oder von der Form qi ist (Vorauss.),

$$\frac{f(b+\omega)-f(b)}{\omega^{2n}},\quad \frac{f(b-\omega)-f(b)}{\omega^{2n}}$$

beziehungsweise angebbar und negativ innerhalb der Grenzen ε' und o für ω, wo ε' zwischen o und ε enthalten ist. Mithin sind, innerhalb derselben Gren-

zen für ω, mit Ausnahme des Werthes Null, weil (wegen $\varepsilon = p$, oder $\varepsilon = qi$) die Werthe von ω^{2n} mit ε^{2n} gleichnamig sind, die Funktionen

$$f(b+\omega)-f(b), \quad f(b-\omega)-f(b)$$

beziehungsweise angebbar und negativ bleibend, wenn ε^{2n} positiv, —
— — — positiv bleibend, wenn ε^{2n} negativ
ist. Nach Lehrs. 4, in Verbindung mit Erkl. γ) ist daher, weil $f(b)$ reell ist (Vorauss.),

$f(b)$ ein Maximum von $f(b+\omega)$, wenn ε^{2n} positiv, —
— ein Minimum von $f(b+\omega)$, wenn ε^{2n} negativ
ist.

Ist zweitens k' positiv, so ist auch, weil $\frac{k'}{k''}$ positiv (Vorauss.), k'' positiv. Aus (18) und (20) folgt alsdann, weil $f(b+\omega)-f(b), f(b-\omega)-f(b)$, innerhalb der Grenzen o und ε für ω reell bleibend (Erwies.), wie auch ε entweder von der Form p, oder von der Form qi ist (Vorauss.)

$$\frac{f(b+\omega)-f(b)}{\omega^{2n}}, \quad \frac{f(b-\omega)-f(b)}{\omega^{2n}}$$

beziehungsweise angebbar und positiv bleibend innerhalb zweier Grenzen ε' und o für ω, wo ε' zwischen Null und ε enthalten ist. Mithin sind, innerhalb eben dieser Grenzen für ω, mit Ausnahme der Null, weil (wegen $\varepsilon = p$, oder $\varepsilon = qi$) die Werthe von ω^{2n} mit ε^{2n} gleichnamig sind, die Funktionen

$$f(b+\omega)-f(b), f(b-\omega)-f(b)$$

beziehungsweise angebbar und positiv bleibend, wenn ε^{2n} positiv, —
— — — negativ bleibend, wenn ε^{2n} negativ
ist.

Nach Lehrs. 4, in Verbindung mit Erkl. γ) ist demnach, weil $f(b)$ reell ist (Erwies.)

$f(b)$ ein Maximum von $f(b+\omega)$, wenn ε^{2n} positiv, —
— ein Minimum von $f(b+\omega)$, wenn ε^{2n} negativ

Da, wenn

$$\overset{\omega=o}{\text{Gr}} \frac{f(b+\omega)-f(b)}{\omega^{2n}} = k$$

ist, alsdann auch

$$\overset{\omega=o\,(\varepsilon)}{\text{Gr}} \frac{f(b+\omega)-f(b)}{\omega^{2n}} = k \text{ und } \overset{\omega=o\,(-\varepsilon)}{\text{Gr}} \frac{f(b+\omega)-f(b)}{\omega^{2n}} = k,$$

— wie auch, in so fern k angebbar ist,

$$\frac{k}{k} = 1$$

ist: so folgt hieraus, in Verbindung mit Lehrs. 11,

Lehrsatz 12. Ist k angebbar, n positiv und ganz und $f(b + \omega)$ reell bleibend innerhalb der Grenzen o und ε für ω, wo ε entweder von der Form p, oder von der Form qi; ist ferner

$$\overset{\omega = o}{\text{Gr}} \frac{f(b + \omega) - f(b)}{\omega^{2n}} = k:$$

so ist

$f(b)$ ein Maximum von $f(b + \omega)$, wenn k negativ und ε^{2n} positiv, — oder, wenn k positiv und ε^{2n} negativ ist;

— ein Minimum von $f(b + \omega)$, wenn k positiv und ε^{2n} positiv, — oder, wenn k negativ und ε^{2n} negativ ist.

Zusatz. Da, wenn ε reell ist, ε^{2n} positiv ist: so folgt aus dem vorigen Lehrsatze, dafs, wenn k angebbar, n positiv und ganz und $f(b + \omega)$ reell bleibend innerhalb der Grenzen o und ε für ω, wo ε reell, wie auch

$$\overset{\omega = o}{\text{Gr}} \frac{f(b + \omega) - f(b)}{\omega^{2n}} = k$$

ist, alsdann ist

$f(b)$ ein Maximum, wenn k negativ,

— ein Minimum, wenn k positiv.

Da, wenn, von $r = 1$ bis $r = 2n - 1$,

$$\frac{d^r f(x)}{dx^r}\Bigg|_{(x=b)} = o,$$

und

$$\frac{d^{2n} f(x)}{dx^{2n}}\Bigg|_{(x=b)} = k$$

ist, alsdann auch

$$\overset{\omega = o}{\text{Gr}} \frac{f(b + \omega) - f(b)}{\omega^{2n}} = k$$

ist: so folgt hieraus, in Verbindung mit dem vorigen Lehrsatze,

Lehrsatz 13. Ist k angebbar, n positiv und ganz und $f(x)$ reell bleibend innerhalb der Grenzen b und $b + \varepsilon$ für x, wo ε entweder von der Form p, oder von der Form qi; ist ferner, von $r = 1$ bis $r = 2n - 1$,

$$\frac{\overset{(x=b)}{d^r f(x)}}{dx^r} = o, \text{ und } \frac{\overset{(x=b)}{d^{2n} f(x)}}{dx^{2n}} = k:$$

so ist:

$f(b)$ ein Maximum von $f(x)$, wenn k negativ und ε^{2n} positiv, — oder wenn k positiv und ε^{2n} negativ ist,

— ein Minimum von $f(x)$, wenn k positiv und ε^{2n} positiv, — oder wenn k negativ und ε^{2n} negativ ist.

Zusatz. Vermöge des, in dem vorigen Zusatze angeführten Grundes folgt wiederum aus diesem Lehrsatze, dafs, wenn k angebbar, n positiv und ganz und $f(x)$ reell bleibend innerhalb der Grenzen b und $b + \varepsilon$ für x, wo ε reell oder von der Form p, wie auch, von $r = 1$ bis $r = 2n - 1$,

$$\frac{\overset{(x=b)}{d^r f(x)}}{dx^r} = o, \text{ und } \frac{\overset{(x=b)}{d^{2n} f(x)}}{dx^{2n}} = k$$

ist, — alsdann ist

$f(b)$ ein Maximum von $f(x)$, wenn k negativ,

— ein Minimum von $f(x)$, wenn k positiv.

Anmerk. Die Lehrsätze 3-13 betreffen lediglich Funktionen von Einer ursprünglichen Veränderlichen. Wenden wir uns jetzt zur Betrachtung der Funktionen von mehren ursprünglichon Veränderlichen.

Da, wenn

(5) $$b_1, b_2, b_3, \ldots b_r, \ldots b_n$$

ein Mittelsystem von

(2) $$a_1, a_2, a_3, \ldots a_r, \ldots a_n$$

und

(3) $$c_1, c_2, c_3, \ldots c_r, \ldots c_n$$

und, streng allgemein, b_r sowohl der a_r, als der c_r ungleich ist, stets ein System angebbarer Gröfsen

$$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \ldots \varepsilon_r, \ldots \varepsilon_n,$$

wo ε_r entweder von der Form p_r, oder von der Form $q_r i$, und p_r, q_r beziehungsweise reelle algebraische Gröfsen bezeichnen, möglich ist, so dafs die verschiedenen Systeme besonderer Werthe des Systems von Veränderlichen

$$b_1 + \omega_1, b_2 + \omega_2, b_3 + \omega_3, \ldots b_r + \omega_r, \ldots b_n + \omega_n,$$

innerhalb der Grenzen

$$-\varepsilon_1,\ -\varepsilon_2,\ -\varepsilon_3, \ldots -\varepsilon_r, \ldots -\varepsilon_n,$$
$$+\varepsilon_1,\ +\varepsilon_2,\ +\varepsilon_3, \ldots +\varepsilon_r, \ldots +\varepsilon_n$$

für die ursprünglichen Veränderlichen

$$\omega_1,\ \omega_2,\ \omega_3, \ldots \omega_r, \ldots \omega_n,$$

beziehungsweise Mittelsysteme von (2) und (3) seien, und eben diese Veränderlichen nur für das System

$$\omega_1 = o,\ \omega_2 = o,\ \omega_3 = o, \ldots \omega_r = o, \ldots \omega_n = o$$

in das System besonderer Werthe (5) übergehen; — da ferner, nach Lehrs. 1, die Gröfse $f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_r, \ldots b_n)$, in so fern sie reell ist, ein Maximum von $f(b_1 + \omega_1, b_2 + \omega_2, \ldots b_r + \omega_r, \ldots b_n + \omega_n)$ rücksichtlich der Grenzen

$$-\varepsilon_1,\ -\varepsilon_2,\ -\varepsilon_3, \ldots -\varepsilon_r, \ldots -\varepsilon_n,$$
$$+\varepsilon_1,\ +\varepsilon_2,\ +\varepsilon_3, \ldots +\varepsilon_r, \ldots +\varepsilon_n$$

für

$$\omega_1,\ \omega_2,\ \omega_3, \ldots \omega_r, \ldots \omega_n$$

ist, wenn die Funktion

$$(22)\quad f(b_1 + \omega_1, b_2 + \omega_2, b_3 + \omega_3, \ldots b_r + \omega_r, \ldots b_n + \omega_n) - f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_r, \ldots b_n)$$

angebbar und negativ bleibt innerhalb jener Grenzen für $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots \omega_r, \ldots \omega_n$, mit Ausnahme des Werthes Null für alle zugleich; dagegen ein Minimum von derselben Funktion, wenn (22), unter denselben Bedingungen, angebbar und positiv bleibt: so folgt hieraus, nach Lehrsatz 1,

Lehrsatz 14. Ist $f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_r, \ldots b_n)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(x_1, x_2, x_3, \ldots x_r, \ldots x_n)$ rücksichtlich irgend welcher Grenzsysteme (2) und (3) für $x_1, x_2, x_3, \ldots x_r, \ldots x_n$; so ist stets ein System angebbarer Gröfsen

$$\varepsilon_1,\ \varepsilon_2,\ \varepsilon_3, \ldots \varepsilon_r, \ldots \varepsilon_n,$$

wo ε_r entweder von der Form p_r, oder von der Form $q_r i$ ist und p_r, q_r beziehungsweise reelle algebraische Gröfsen bezeichnen, möglich, so dafs

$$f(b_1,\ b_2,\ b_3, \ldots b_r, \ldots b_n)$$

im ersten Fall ein Maximum, und im zweiten ein Minimum von

$$f(b_1 + \omega_1,\ b_2 + \omega_2,\ b_3 + \omega_3, \ldots b_r + \omega_r, \ldots b_n + \omega_n)$$

sei rücksichtlich der Grenzsysteme

$$-\varepsilon_1,\ -\varepsilon_2,\ -\varepsilon_3, \ldots -\varepsilon_r, \ldots -\varepsilon_n,$$
$$+\varepsilon_1,\ +\varepsilon_2,\ +\varepsilon_3, \ldots +\varepsilon_r, \ldots +\varepsilon_n$$

für

$$\omega_1,\ \omega_2,\ \omega_3, \ldots \omega_r, \ldots \omega_n.$$

Zusatz. Ist demnach kein System angebbarer Gröſsen

$$\varepsilon_1,\ \varepsilon_2,\ \varepsilon_3, \ldots \varepsilon_r, \ldots \varepsilon_n,$$

wo ε_r entweder von der Form p_r, oder von der Form $q_r i$, möglich, so daſs $f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_r, \ldots b_n)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(b_1 + \omega_1, b_2 + \omega_2, b_3 + \omega_3, \ldots b_r + \omega_r, \ldots b_n + \omega_n)$ rücksichtlich jener Grenzsysteme für $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots \omega_n$ sei; so ist auch $f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_r, \ldots b_n)$ weder ein Maximum, noch ein Minimum von $f(x_1, x_2, x_3, \ldots x_n)$ (Erkl. γ)).

Aus der Verbindung des Lehrs. 2, Zus. mit Lehrs. 7 folgt, wie leicht zu übersehen,

Lehrsatz 15. Bezeichnen k'_r, k''_r irgend zwei vollständig bestimmte angebbare, μ_r dagegen irgend eine positive ganze algebraische Gröſse, ω_r eine beliebige von den ursprünglichen Veränderlichen $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots \omega_r, \ldots \omega_n$, und ist $f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_r, \ldots b_n)$ ein Maximum, oder ein Minimum von

$$(23) \qquad f(b_1 + \omega_1,\ b_2 + \omega_2,\ b_3 + \omega_3, \ldots b_r + \omega_r, \ldots b_n + \omega_n)$$

rücksichtlich irgend welcher Grenzsysteme

$$(24) \qquad \begin{cases} -\varepsilon_1, & -\varepsilon_2, & -\varepsilon_3, \ldots -\varepsilon_r, \ldots -\varepsilon_n \\ +\varepsilon_1, & +\varepsilon_2, & +\varepsilon_3, \ldots +\varepsilon_r, \ldots +\varepsilon_n \end{cases}$$

für $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots \omega_r, \ldots \omega_n$: so kann nicht zugleich sein

$$\overset{\omega_r = o(\varepsilon_r)}{\mathrm{Gr}} \frac{f(b_1, b_2, \ldots b_{r-1}, b_r + \omega_r, b_{r+1}, \ldots b_n) - f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_r, \ldots b_n)}{\omega_r^{2\mu_r + 1}} = k'_r,$$

$$\overset{\omega_r = o(-\varepsilon_r)}{\mathrm{Gr}} \frac{f(b_1, b_2, \ldots b_{r-1}, b_r + \omega_r, b_{r+1}, \ldots b_n) - f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_r, \ldots b_n)}{\omega_r^{2\mu_r + 1}} = k''_r,$$

$$\frac{k'_r}{k''_r} = \text{positiv}.$$

Vermöge der, zur Vermittelung des 8. Lehrsatzes angeführten Gründe folgt wiederum aus dem vorigen Lehrsatze

Lehrsatz 16. Ist $f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_n)$ ein Maximum, oder ein Minimum von (23) rücksichtlich der Grenzsysteme (24) für $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots \omega_r, \ldots \omega_n$; ist ω_r eine beliebige von diesen Veränderlichen und μ_r irgend eine positive ganze Gröſse: so ist keine angebbare Gröſse k_r möglich, so daſs

$$\overset{\omega_r = o}{\text{Gr}} \frac{f(b_1, b_2, \ldots b_{r-1}, b_r + \omega_r, b_{r+1}, \ldots b_n) - f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_r, \ldots b_n)}{\omega_r^{2\mu_r + 1}} = k_r$$

wäre.

Zusatz. Da der Werth Null die Bedingung von μ_r erfüllt: so folgt aus dem vorigen Lehrsatze, dafs, wenn $f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_n)$ ein Maximum, oder ein Minimum von (23) rücksichtlich der Grenzsysteme (24) für ω_1, ω_2, $\omega_3, \ldots \omega_n$ ist, und ω_r eine beliebige von diesen Veränderlichen bezeichnet, keine angebbare Gröfse k_r möglich ist, so dafs

$$\overset{\omega_r = o}{\text{Gr}} \frac{f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_{r-1}, b_r + \omega_r, b_{r+1}, \ldots b_n) - f(b_1, b_2, \ldots b_n)}{\omega_r} = k_r$$

wäre.

Vermöge des, zur Vermittelung des 9. Lehrs. angeführten Grundes folgt wiederum aus dem vorigen Zusatze, in Verbindung mit Lehrs. 14,

Lehrsatz 17. Ist $f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_r, \ldots b_n)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(x_1, x_2, x_3, \ldots x_r, \ldots x_n)$ und x_r eine beliebige von den Veränderlichen x_1, x_2, $x_3, \ldots x_n$; so ist keine angebbare Gröfse k_r möglich so dafs

$$\overset{(x_r = b_r)\quad (^1)}{\frac{df(b_1, b_2, b_3, \ldots b_{r-1}, x_r, b_{r+1}, \ldots b_n)}{dx_r}} = k_r$$

wäre: was auch mit Lehrs. 2, Zus. und Lehrs. 9 übereinstimmt.

Zusatz 1. Aus dem, in Zus. 1, Lehrs. 9 angeführten Grunde folgt hieraus, dafs der Satz, nach welchem, wenn $f(b_1, b_2, \ldots b_n)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(x_1, x_2, \ldots x_n)$ ist, $\overset{(x_r = b_r)}{\frac{df(b_1, b_2, \ldots x_r, \ldots b_n)}{dx_r}} = o$ sei, nicht gegründet ist (vid. Lagrange *Th. d. fonct. anal.* p. 266).

Zusatz 2. Aus demselben Grunde folgt, dafs die etwaige Behauptung, es sei, wenn $f(b_1, b_2, \ldots b_n)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(x_1, x_2, \ldots x_n)$ ist, $\overset{(x_r = b_r)}{\frac{df(b_1, b_2, \ldots x_r, \ldots b_n)}{dx_r}}$ entweder Null, oder $= \infty$, — ebenfalls ungegründet sein würde.

---

(1) Unter $\overset{(x_r = b_r)}{\frac{d^\nu \phi(x_r)}{dx_r^\nu}}$ wird hier der besondere Werth von $\frac{d^\nu \phi(x_r)}{dx_r}$ für den besondern Werth b_r von x_r verstanden.

Da, wenn t eine neue, von $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots \omega_r, \ldots \omega_n$ unabhängige Veränderliche bezeichnet, jedes System besonderer Werthe von den Funktionen

$$\omega_1 t,\ \omega_2 t,\ \omega_3 t, \ldots \omega_r t, \ldots \omega_n t,$$

innerhalb der Grenzsysteme (24) für $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots \omega_r, \ldots \omega_n$, und den Grenzen -1 und $+1$ für t ein Mittelsystem von (24) ist; und eben diese Funktionen nur für das System

$$\omega_1 = o,\ \omega_2 = o,\ \omega_3 = o, \ldots \omega_r = o, \ldots \omega_n = o,$$

oder für $t = o$, beziehungsweise in Null übergehen: so folgt hieraus, nach Lehrsatz 1, wie leicht zu übersehen,

Lehrsatz 18. Ist $f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_r, \ldots b_n)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(b_1 + \omega_1, b_2 + \omega_2, b_3 + \omega_3, \ldots b_n + \omega_n)$ innerhalb der Grenzsysteme (24) für $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots \omega_n$: so ist $f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_n)$ auch im ersten Falle ein Maximum, und im zweiten ein Minimum von

$$f(b_1 + \omega_1 t,\ b_2 + \omega_2 t,\ b_3 + \omega_3 t, \ldots b_n + \omega_n t)$$

rücksichtlich der Grenzen -1 und $+1$ von t für jedes System besonderer Werthe von $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots \omega_n$, innerhalb der Grenzsysteme (24) mit Ausnahme des Werthes Null für alle zugleich, enthalten.

Aus der Verbindung dieses Satzes mit Lehrsatz 8 folgt wiederum

Lehrsatz 19. Ist $f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_n)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(b_1 + \omega_1, b_2 + \omega_2, b_3 + \omega_3, \ldots b_n + \omega_n)$ rücksichtlich der Grenzsysteme (24) für $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots \omega_n$; ist μ irgend eine positive ganze Gröfse und t eine reelle Veränderliche: so ist keine angebbare Gröfse k möglich, so dafs für irgend ein, zwischen jenen Grenzsystemen enthaltenes, System besonderer Werthe für $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots \omega_n$, mit Ausnahme des Werthes Null für alle zugleich,

$$\overset{t=o}{\mathrm{Gr}}\ \frac{f(b_1 + \omega_1 t, b_2 + \omega_2 t, b_3 + \omega_3 t, \ldots b_n + \omega_n t) - f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_n)}{t^{2\mu+1}} = k$$

wäre.

Zusatz. Ist demnach $f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_n)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(b_1 + \omega_1, b_2 + \omega_2, b_3 + \omega_3, \ldots b_n + \omega_n)$ rücksichtlich der Grenzsysteme (24) von $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots \omega_n$, und ist ν eine positive ganze Gröfse: so kann der Ausdruck

$$\overset{t=o}{\mathrm{Gr}}\ \frac{f(b_1 + \omega_1 t, b_2 + \omega_2 t, b_3 + \omega_3 t, \ldots b_n + \omega_n t) - f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_n}{t^{\nu}}$$

nur in so fern für irgend ein System besonderer Werthe von $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots \omega_n$, innerhalb der Grenzen (24), mit Ausnahme des Werthes Null für alle zugleich, enthalten, eine angebbare Gröfse sein, als ν gerade ist.

Anmerk. Diesem Ergebnifs zufolge lassen sich in Ansehung der, mit einem Maximum, oder einem Minimum verbundenen näheren Bestimmungen zwei Hauptfälle von einander unterscheiden. Entweder sind, wenn $f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_n)$ ein Maximum, oder ein Minimum von $f(b_1 + \omega_1, b_2 + \omega_2, b_3 + \omega_3, \ldots b_n + \omega_n)$ rücksichtlich irgend welcher Grenzsysteme ist, zwei Grenzsysteme

$$-\eta_1, \ -\eta_2, \ -\eta_3, \ldots -\eta_r, \ldots -\eta_n,$$
$$+\eta_1, \ +\eta_2, \ +\eta_3, \ldots +\eta_r, \ldots +\eta_n$$

für $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots \omega_n$ möglich, innerhalb welcher wiederum zu jedem Systeme besonderer Werthe für eben diese Veränderlichen, und nur mit Ausnahme des Werthes Null für alle zugleich, ein besonderer Werth für die positive ganze Gröfse μ möglich ist, so dafs der Ausdruck

$$\overset{t=0}{\mathrm{Gr}} \frac{f(b_1 + \omega_1 t, b_2 + \omega_2 t, b_3 + \omega_3 t, \ldots b_n + \omega_n t)}{t^{2\mu}}$$

eine angebbare Gröfse sei, — oder solches ist nicht der Fall. Es ist der erstere dieser beiden Hauptfälle, welcher hier in nähere Erwägung genommen werden soll.

Es seien

$$\omega'_1, \ \omega'_2, \ \omega'_3, \ldots \omega'_r, \ldots \omega'_n$$

ein System besonderer Werthe von den Veränderlichen

$$\omega_1, \ \omega_2, \ \omega_3, \ldots \omega_r, \ldots \omega_n$$

von denen wenigstens Einer angebbar, und für welche, in Verbindung mit dem besonderen Werthe μ' für μ, der Ausdruck

$$(25) \qquad \overset{t=0}{\mathrm{Gr}} \frac{f(b_1 + \omega_1 t, b_2 + \omega_2 t, b_3 + \omega_3 t, \ldots b_n + \omega_n t) - f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_n)}{t^{2\mu}}$$

eine angebbare Gröfse bilde. Alsdann ist bekanntlich

$$\overset{t=0}{\mathrm{Gr}} \frac{f(b_1 + \omega'_1 t, b_2 + \omega'_2 t, b_3 + \omega'_3 t, \ldots b_n + \omega'_n t) - f(b_1, b_2, b_3, \ldots b^n)}{t^{2\mu'}}$$
$$= \frac{d^{2\mu'} f(b_1 + \omega'_1 t, b_2 + \omega'_2 t, b_3 + \omega'_3 t, \ldots b_n + \omega_n t)}{dt^{2\mu'}}^{(t=0)};$$

und daher der Werth des Ausdrucks (25) selbst einem homogenen ganzen Ausdruck des Grades $2\mu'$ von ω'_1, ω'_2, $\omega'_3, \ldots \omega'_n$ gleich. Da diese besondern Werthe von ω_1, ω_2, $\omega_3, \ldots \omega_n$ nicht insgesammt Null sind (Vorauss.); so wird wenigstens Einer derselben nicht blos angebbar, sondern auch, den Zahlwerthen nach, nicht kleiner, als ein jeder der übrigen sein müssen. Es genüge ω'_r dieser Bedingung. Wie leicht zu übersehen, wird alsdann jener homogene Ausdruck von ω'_1, ω'_2, $\omega'_3, \ldots \omega'_n$ des Grades $2\mu'$ einem Produkt zweier Faktoren gleich sein, von denen der eine $(\omega'_r)^{2\mu'}$, und der andere ein ganzer Ausdruck des Grades $2\mu'$ von den Quotienten

$$\frac{\omega'_1}{\omega'_r},\ \frac{\omega'_2}{\omega'_r},\ \frac{\omega'_3}{\omega'_3}, \ldots \frac{\omega'_r}{\omega'_r}, \ldots \frac{\omega'_n}{\omega'_r},$$

deren Zahlwerthe also beziehungsweise zwischen Null und 1 enthalten, ist. Daher wird die Erfüllung der Bedingung, dafs der Ausdruck (25), für ein System besonderer Werthe ω'_1, ω'_2, $\omega'_3, \ldots \omega'_n$ von ω_1, ω_2, $\omega_3, \ldots \omega_n$, von denen wenigstens Einer angebbar, — und für den besonderen Werth μ' von μ, eine angebbare Gröfse sei, von demjenigen, dessen Zahlwerth nicht kleiner, als der von einem jeden der übrigen ist, völlig unabhängig und lediglich von den Quotienten der letztern durch jenen abhängig sein.

Jetzt seien, nach ihrer Gröfse geordnet, gedacht,

$$\mu',\ \mu'',\ \mu''', \ldots \mu^{(\nu)}, \ldots \mu^{(\varrho)}$$

die verschiedenen besondern Werthe von μ, näher bestimmt durch die Bedingung: dafs der Ausdruck (25), für jedes System besonderer Werthe von $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots \omega_n$, innerhalb irgend zweier Grenzsysteme

$$-\eta_1,\ -\eta_2,\ -\eta_3, \ldots -\eta_n,$$
$$+\eta_1,\ +\eta_2,\ +\eta_3, \ldots +\eta_n$$

enthalten, eine angebbare Gröfse sei. Alsdann werden sich, dem unmittelbar vorhergehenden Ergebnifs gemäfs, die entsprechenden Systeme jener Quotienten in eben so viele Klassen von einander unterscheiden lassen, als die Anzahl dieser verschiedenen besondern Werthe von μ beträgt, und von denen die der Klasse ν insgesammt durch die Bedingung bestimmt gedacht werden, dafs, für sie und für den besondern Werth $\mu^{(\nu)}$ von μ, der Ausdruck (25) angebbar sei. Und dies vorausgesetzt, hat man, für die Klasse ν jener Quotienten,

$$(26)\qquad \overset{t=0}{\mathrm{Gr}}\,\frac{f(b_1+\omega_1 t,\ b_2+\omega_2 t,\ b_3+\omega_3 t,\dots b_n+\omega_n t)-f(b_1,\ b_2,\ b_3,\dots b_n)}{t^{2\mu^{(\nu)}}}$$
$$=\frac{d^{2\mu^{(\nu)}}\overset{(t=0)}{f(b_1+\omega_1 t,\ b_2+\omega_2 t,\ b_3+\omega_3 t,\dots b_n+\omega_n t)}}{dt^{2\mu^{(\nu)}}}$$

Nimmt man nun an, dafs die partiellen Differential-Quotienten der Ordnung $2\mu^{(\nu)}$ von

$$f(b_1+\omega_1,\ b_2+\omega_2,\ b_3+\omega_3,\dots b_n+\omega_n)$$

rücksichtlich $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots \omega_n$, für $\omega_1=o$, $\omega_2=o$, $\omega_3=o, \dots \omega_n=o$, beziehungsweise continuirlich seien, wie auch, dafs diese Funktion selbst reell bleibend sei innerhalb der Grenzen zweier Systeme (24); so sind bekanntlich stets zwei Grenzsysteme

$$-\varepsilon_1^{(\nu)},\ -\varepsilon_2^{(\nu)},\ -\varepsilon_3^{(\nu)},\dots-\varepsilon_n^{(\nu)},$$
$$+\varepsilon_1^{(\nu)},\ +\varepsilon_2^{(\nu)},\ +\varepsilon_3^{(\nu)},\dots+\varepsilon_n^{(\nu)}$$

möglich, innerhalb welcher, für jedes System besonderer Werthe, die Bedingung der Quotienten von der Klasse ν entsprechend,

$$f(b_1+\omega_1,\ b_2+\omega_2,\ b_3+\omega_3,\dots,b_n+\omega_n)-f(b_1,\ b_2,\ b_3,\dots b_n)$$
$$=\overset{t=1}{\underset{t=0}{M}}\frac{d^{2\mu^{(\nu)}}f(b_1+\omega_1 t,\ b_2+\omega_2 t,\ b_3+\omega_3 t,\dots b_n+\omega_n t)}{1.2.3\dots 2\mu^{(\nu)}\,dt^{2\mu^{(\nu)}}}\ (^1)$$

und

$$\overset{t=1}{\underset{t=0}{M}}\frac{d^{2\mu^{(\nu)}}f(b_1+\omega_1 t,\ b_2+\omega_2 t,\ b_3+\omega_3 t,\dots b_n+\omega_n t)}{dt^{2\mu^{(\nu)}}}\ \text{gleichnamig mit}$$
$$\frac{d^{2\mu^{(\nu)}}\overset{(t=0)}{f(b_1+\omega_1 t,\ b_2+\omega_2 t,\ b_3+\omega_3 t,\dots b_n+\omega_n t)}}{dt^{2\mu^{(\nu)}}},$$

mithin, vermöge (26),

$$(27)\qquad f(b_1+\omega_1,\ b_2+\omega_2,\ b_3+\omega_3,\dots b_n+\omega_n)-f(b_1,\ b_2,\ b_3,\dots b_n)$$
$$\text{gleichnamig mit}\ \overset{t=0}{\mathrm{Gr}}\,\frac{f(b_1+\omega_1 t,\ b_2+\omega_2 t,\dots b_n+\omega_n t)-f(b_1,\ b_2,\dots b_n)}{t^{2\mu^{(\nu)}}}$$

sei. Da nun, wie leicht zu übersehen, in so fern, streng allgemein, $\varepsilon_r^{(\nu)}$ entweder von der Form p_r, oder von der Form $q_r i$ ist, zu den 2ϱ Gröfsen

---

(¹) Unter $\overset{t=1}{\underset{t=0}{M}}\varphi(t)$ wird hier ein Werth verstanden, näher bestimmt durch die Bedingung, nicht gröfser, als der gröfste, und nicht kleiner, als der kleinste der besondern Werthe zu sein, welche die, als reell bleibend vorausgesetzte Funktion $\varphi(t)$ von $t=0$ bis $t=1$ erhält.

$$-\varepsilon_r^{(1)},\ -\varepsilon_r^{(2)},\ -\varepsilon_r^{(3)},\ldots-\varepsilon_r^{(\nu)},\ldots-\varepsilon_r^{(\varrho)},$$
$$+\varepsilon_r^{(1)},\ +\varepsilon_r^{(2)},\ +\varepsilon_r^{(3)},\ldots+\varepsilon_r^{(\nu)},\ldots+\varepsilon_r^{(\varrho)},$$

stets zwei andere, $-\zeta_r$ und $+\zeta_r$ möglich sind, welche beziehungsweise Mittelwerthe von $-\varepsilon_r^{(\nu)}$ und $+\varepsilon_r^{(\nu)}$, von $\nu=1$ bis $\nu=\varrho$ einschliefslich bilden: so folgt hieraus

Lehrsatz 20. Sind zwei Grenzsysteme

$$-\eta_1,\ -\eta_2,\ -\eta_3,\ldots-\eta_r,\ldots-\eta_n,$$
$$+\eta_1,\ +\eta_2,\ +\eta_3,\ldots+\eta_r,\ldots+\eta_n,$$

wo η_r, streng allgemein, entweder von der Form p_r, oder von der Form $q_r i$, möglich, innerhalb welcher zu jedem Systeme besonderer Werthe von ω_1, $\omega_2, \omega_3, \ldots \omega_r, \ldots \omega_n$, mit Ausnahme des Werthes Null für alle zugleich, ein besonderer Werth für μ möglich, so dafs der Ausdruck (25) eine angebbare Gröfse bilde; ist die Anzahl dieser besondern Werthe von μ begrenzt und ist, innerhalb eben jener Grenzen, die Funktion

$$f(b_1+\omega_1,\ b_2+\omega_2,\ b_3+\omega_3,\ldots b_n+\omega_n)$$

reell bleibend: sind endlich, für eben jene besondern Werthe von μ, die partiellen Differential-Coefficienten der Ordnung 2μ rücksichtlich ω_1, ω_2, ω_3, $\ldots \omega_n$ beziehungsweise continuirlich für $\omega_1=0$, $\omega_2=0$, $\omega_3=0,\ldots\omega_n=0$: so sind stets zwei Grenzsysteme

$$-\zeta_1,\ -\zeta_2,\ -\zeta_3,\ldots-\zeta_n,$$
$$+\zeta_1,\ +\zeta_2,\ +\zeta_3,\ldots+\zeta_n$$

möglich, innerhalb welcher die besondern Werthe der Funktion

$$f(b_1+\omega_1,\ b_2+\omega_2,\ b_3+\omega_3,\ldots b_n+\omega_n)-f(b_1,\ b_2,\ b_3,\ldots b_n)$$

mit denen des Ausdrucks

$$(25)\qquad \overset{t=0}{\mathrm{Gr}}\,\frac{f(b_1+\omega_1 t,\ b_2+\omega_2 t,\ b_3+\omega_3 t,\ldots b_n+\omega_n t)-f(b_1,\ b_3,\ b_3,\ldots b_n)}{t^{2\mu}}$$

in so fern die besondern Werthe von μ der obigen Bedingung gemäfs bestimmt gedacht werden, gleichnamig seien.

Aus der Verbindung dieses Satzes mit Lehrsatz 1 und Erkl. γ) folgt

Lehrsatz 21. Sind zwei Grenzsysteme

$$-\eta_1, \ -\eta_2, \ -\eta_3, \ldots -\eta_n,$$
$$+\eta_1, \ +\eta_2, \ +\eta_3, \ldots +\eta_n,$$

wo η_r, streng allgemein, entweder von der Form p_r oder von der Form $q_r i$, möglich, innerhalb welcher zu jedem Systeme besonderer Werthe von ω_1, $\omega_2, \omega_3, \ldots \omega_n$, mit Ausnahme des Werthes Null für alle zugleich, ein besonderer Werth für μ möglich, so daſs der Ausdruck (25) eine angebbare Gröſse bilde; sind, für eben diese besondern Werthe von μ, die partiellen Differential-Coefficienten der Ordnung 2μ von $f(b_1+\omega_1, b_2+\omega_2, b_3+\omega_3, \ldots b_n+\omega_n)$, rücksichtlich $\omega_1, \omega_2, \omega_3 \ldots \omega_n$ beziehungsweise continuirlich für $\omega_1 = o, \omega_2 = o, \omega_3 = o, \ldots \omega_n = o$: so ist jeder angebbare besondere Werth des Ausdrucks (25) negativ, wenn die Gröſse $f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_n)$ ein Maximum, — positiv dagegen, wenn eben diese Gröſse ein Minimum von $f(b_1+\omega_1, b_2+\omega_2, b_3+\omega_3, \ldots b_n+\omega_n)$ ist.

Und umgekehrt: ist unter Festhaltung der übrigen Voraussetzungen, die Funktion

$$f(b_1+\omega_1, \ b_2+\omega_2, \ b_3+\omega_3, \ldots b_n+\omega_n)$$

reell bleibend innerhalb eben jener Grenzen; so ist $f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_n)$ ein Maximum von dieser Funktion, wenn die angebbaren besondern Werthe von (25) insgesammt negativ, — ein Minimum dagegen, wenn diese Werthe insgesammt positiv sind.

Da, wenn, von $r = 1$ bis $r = 2\mu - 1$ einschlieſslich,

$$\frac{d^r f(b_1+\omega_1 t, b_2+\omega_2 t, b_3+\omega_3 t, \ldots b_n+\omega_n t)}{dt^r} \overset{(t\,=\,o)}{=} o$$

und

$$\overset{(t\,=\,o)}{\frac{d^{2\mu} f(b_1+\omega_1 t, b_2+\omega_2 t, b_3+\omega_3 t, \ldots b_n+\omega_n t)}{dt^{2\mu}}}$$

angebbar ist, der letztere Ausdruck der Bestimmung (25) gleich ist: so folgt hieraus, in Verbindung mit Erkl. γ.) und den Lehrs. 14, 21

Lehrsatz 22. Sind zwei Grenzsysteme

$$-\eta_1, \ -\eta_2, \ -\eta_3, \ldots -\eta_n,$$
$$+\eta_1, \ +\eta_2, \ +\eta_3, \ldots +\eta_n,$$

wo η_r, streng allgemein, entweder von der Form p_r oder von der Form $q_r i$, möglich, innerhalb welcher zu jedem Systeme besonderer Werthe von ω_1,

$\omega_2, \omega_3, \ldots \omega_n$, mit Ausnahme des Werthes Null für alle zugleich, ein besonderer Werth für μ möglich ist, so dafs, von $r = 1$ bis $r = 2\mu - 1$ einschliefslich,

$$\frac{d^r f(b_1 + \omega_1 t, b_2 + \omega_2 t, b_3 + \omega_3 t, \ldots b_n + \omega_n t)}{dt^r} \overset{(t=o)}{} = o$$

und zugleich

$$\frac{d^{2\mu} f(b_1 + \omega_1 t, b_2 + \omega_2 t, b_3 + \omega_3 t, \ldots b_n + \omega_n t)}{dt^{2\mu}} \overset{(t=o)}{} \tag{28}$$

eine angebbare Gröfse sei: sind, für eben diese besondern Werthe von μ, die partiellen Differential-Coefficienten der Ordnung 2μ von $f(b_1 + \omega_1, b_2 + \omega_2, b_3 + \omega_3, \ldots b_n + \omega_n)$ rücksichtlich $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots \omega_n$, beziehungsweise continuirlich für $\omega_1 = o, \omega_2 = o, \omega_3 - o, \ldots \omega_n = o$: so ist jeder angebbare besondere Werth des Ausdrucks (28) negativ, wenn $f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_n)$ ein Maximum von $f(x_1, x_2, x_3, \ldots x_n)$, — dagegen positiv, wenn jene Gröfse ein Minimum von $f(x_1, x_2, x_3, \ldots x_n)$ ist. — Und umgekehrt: ist unter Festhaltung der übrigen Voraussetzungen, die Funktion

$$f(b_1 + \omega_1, b_2 + \omega_2, b_3 + \omega_3, \ldots b_n + \omega_n)$$

reell bleibend innerhalb eben jener Grenzen: so ist $f(b_1, b_2, b_3, \ldots b_n)$ ein Maximum von $f(x_1, x_2, x_3, \ldots x_n)$, wenn die angebbaren besondern Werthe von (28) insgesammt negativ, — ein Minimum dagegen, wenn diese Werthe beziehungsweise positiv sind.

Zusatz. Hieraus folgt demnach, dafs der Satz, nach welchem, wenn $f(b_1, b_2, \ldots b_n)$ ein Maximum von $f(x_1, x_2, \ldots x_n)$ ist, eine positive ganze Gröfse μ' möglich sei, so dafs für alle besondern Werthe von $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots \omega_n$, innerhalb der Grenzen zweier Systeme (24) enthalten, der Ausdruck

$$\frac{d^{2\mu'} f(b_1 + \omega_1 t, b_2 + \omega_2 t, b_3 + \omega_3 t, \ldots b_n + \omega_n t)}{dt^{2\mu'}}$$

negativ sei, — selbst in dem Falle, wo die partiellen Differential-Coefficienten der ersten Ordnung der in Rede stehenden Funktion beziehungsweise Null sind — nicht gegründet ist (v. Lagrange, *Th. d. fonct. anal.* p. 266).

Schlufsbemerkung.

Hiermit schmeicheln wir uns, alles dasjenige zu einer hinreichend ausführlichen Darstellung gebracht zu haben, was sowohl zur Vermittelung der bekannten Methoden selbst, als auch zu einer genauen Bestimmung der Sphäre ihrer Gültigkeit, dem Umfange der Aufgabe gegenüber betrachtet, vorzugsweise dienlich sein kann. Auf eine nähere Erörterung des einen, oder des andern dieser beiden Punkte glauben wir hier um so füglicher verzichten zu können, als der erste gröfstentheils nur auf eine Wiederholung des Bekannten herauskommen würde, und der zweite, dessen Ergebnifs zugleich nicht besonders erfreulich sein dürfte, mit keiner Schwierigkeit verbunden ist.



Untersuchungen über die Theorie der complexen Zahlen.

Von
H^rn. LEJEUNE-DIRICHLET.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 27. Mai 1841.]

Gegenwärtige Abhandlung bildet einen Theil einer gröfseren Arbeit, welche den Zweck hat, mehrere der Theorie der reellen ganzen Zahlen angehörige früher von mir gelöste Fragen auf das Gebiet der complexen Zahlen zu verpflanzen und vermittelst derselben Methode, von welcher in den erwähnten Untersuchungen Gebrauch gemacht worden ist, zu behandeln. Zu dieser Erweiterung hat mich nicht nur die Aussicht auf die neuen Resultate, welche sich von derselben erwarten liefsen, sondern auch und mehr noch der Wunsch bestimmt, auf solche Weise jene frühere Behandlungsweise einer Prüfung zu unterwerfen und klar zu übersehen, ob der Erfolg derselben einer wirklichen Übereinstimmung der Methode mit der wahren Natur der gelösten Fragen oder, wie es bei mathematischen Untersuchungen nicht selten der Fall ist, mehr zufälligen Umständen zuzuschreiben sei. Diese Probe nun hat die Methode mit Glück bestanden, indem es nur geringer sich ganz von selbst aus der veränderten Beschaffenheit des Gegenstandes ergebender Modifikationen bedurfte, um sie auf die analogen, der Theorie der complexen Zahlen angehörigen Fragen anwendbar zu machen.

Der bei weitem gröfsere Theil der neuen Untersuchungen, deren Zweck ich im Vorhergehenden bezeichnet habe, bezieht sich auf die Lehre von den quadratischen Formen und wird nächstens an einem anderen Orte erscheinen. In der gegenwärtigen Abhandlung beschäftige ich mich ausschliefslich mit dem Beweise des Satzes, dafs der Ausdruck $kt+l$, in welchem t eine unbestimmte complexe ganze Zahl und k, l gegebene solche Zahlen ohne gemeinschaftlichen Faktor bezeichnen, immer unendlich viele Primzahlen enthält. Dieser Beweis setzt, wie der früher gegebene des analogen

Satzes für reelle Zahlen, aufser den Fundamentaltheoremen über die complexen Zahlen gewisse Eigenschaften der quadratischen Formen voraus, weshalb ich mich, um unnütze Wiederholungen zu vermeiden, auf die eben erwähnten Untersuchungen berufen werde ([1]).

§. 1.

Obgleich, wie schon bemerkt worden, die Elementareigenschaften der complexen Zahlen als bekannt vorausgesetzt werden, so wird es doch zweckmäfsig sein, einige dieser Eigenschaften, welche für das Folgende von besonderer Wichtigkeit sind, hier ganz kurz anzugeben.

Wir setzen wie gewöhnlich $\sqrt{-1} = i$, und nennen complexe ganze Zahl jeden Ausdruck wie $f+gi$, worin f und g reelle ganze Zahlen bedeuten. Die der complexen Zahl $f+gi$ entsprechende positive Zahl f^2+g^2 wird ihre Norm genannt und mit $N(f+gi)$ bezeichnet werden. Vier complexe Zahlen, welche wie

$$f+gi,\quad -g+fi,\quad -f-gi,\quad g-fi,$$

so von einander abhangen, dafs irgend drei derselben aus der vierten entstehen, wenn man diese mit $-1, \pm i$ multiplicirt, sollen zusammengehörig heifsen.

In Bezug auf einen gegebenen complexen Modul m läfst sich immer eine Zahlenreihe bilden, welche die doppelte Eigenschaft besitzt, dafs sich unter ihren Gliedern immer eines und nur eines befindet, welches mit einer beliebigen Zahl nach dem Modul m congruent ist. Die Anzahl der Glieder eines solchen Systemes incongruenter Zahlen ist $N(m)$.

([1]) Diese Untersuchungen sind, seit gegenwärtige Abhandlung der Akademie vorgelegt worden ist, unter dem Titel „*Recherches sur les formes quadratiques à coëfficients et à indéterminées complexes*" im Crelleschen Journal Band XXIV bekannt gemacht worden. Aufser dem im Titel angegebenen Gegenstande enthält die eben angeführte Abhandlung eine kurze Darstellung der Elemente der Theorie der complexen Zahlen, wobei ich mich jedoch auf die Sätze beschränkt habe, die zum Verständnifs jener Abhandlung erforderlich waren. Eine vollständigere Darstellung dieser Elemente findet man in der zweiten Abhandlung über die biquad. Reste von Gauss, in welcher dieser grofse Geometer den Begriff der complexen Zahl zuerst in die Wissenschaft eingeführt hat, und auf welche ich den Leser verweise.

Auch läfst sich allgemein bestimmen, wie viel Glieder es in einem solchen Systeme giebt, die mit m keinen gemeinschaftlichen Faktor haben. Setzt man nämlich

$$m = i^{\mu} a^{\alpha} b^{\beta} c^{\gamma} \dots \tag{1}$$

wo $a, b, c\dots$ Primzahlen bedeuten, von denen keine der andern gleich ist noch mit ihr zusammengehört, und setzt ferner

$$N(a) = A,\; N(b) = B,\; N(c) = C, \dots$$

so wird die verlangte Anzahl $\psi(m)$ durch die Gleichung

$$\psi(m) = (A-1)A^{\alpha-1}.(B-1)B^{\beta-1}.(C-1)C^{\gamma-1}\dots$$

gegeben.

Sind

$$\mu,\; \mu',\; \mu'', \dots \tag{2}$$

die Glieder, deren Anzahl so eben bestimmt wurde, und bezeichnet l eine Zahl die mit m keinen gemeinschaftlichen Faktor hat, so beweist man leicht, dafs die Zahlen

$$l\mu,\; l\mu',\; l\mu'', \dots$$

wenn man von ihrer Ordnung absieht, mit den Zahlen (2) nach dem Modul m congruent sind, und hieraus schliefst man sogleich wie in dem bekannten Beweise des Fermatschen Satzes für reelle Zahlen, dafs immer

$$l^{\psi(m)} \equiv 1 \pmod{m}. \tag{3}$$

Wie man in der gewöhnlichen Zahlentheorie die positiven Zahlen als die ursprünglichen und die negativen als durch Multiplikation mit dem Faktor -1 aus diesen entstanden zu betrachten pflegt, so gewährt es für manche auf complexe Zahlen bezügliche Betrachtungen eine wesentliche Erleichterung, wenn man unter je vier zusammengehörigen Zahlen eine nach einem festen Principe gewählte als die ursprüngliche oder primäre und die übrigen als die Produkte dieser in -1, $\pm i$ ansieht. Das Bedürfnifs einer solchen Unterscheidung ist besonders bei der Betrachtung ungerader Zahlen fühlbar, und man hat bei der zu treffenden Wahl besonders darauf zu sehen, dafs, wie das Produkt von positiven Faktoren selbst wieder positiv ist, so auch hier aus der Multiplikation primärer Faktoren wieder eine primäre Zahl hervorgehe. Wie leicht zu sehen, findet sich in jeder Gruppe zusammengehöriger

ungerader Zahlen immer eine und nur eine $f+gi$, für welche f und g resp. die Form $4\mu+1$ und 2μ haben, so wie auch nur eine, für welche $f-1$ und g entweder beide in der Form 4μ oder beide in der Form $4\mu+2$ enthalten sind, und man überzeugt sich ohne Schwierigkeit, dafs der eben ausgesprochenen Bedingung Genüge geschieht, welche dieser Zahlen man auch allgemein, d.h. für alle Gruppen zusammengehöriger Zahlen, als die primäre betrachte. In der oben citirten Abhandlung haben wir zwar die erste Definition gewählt, allein alles dort Gesagte bleibt wörtlich richtig, wenn man die zweite vorzieht. Für unseren gegenwärtigen Zweck ist jedoch die letztere Definition viel passender und werden wir deshalb in dieser Abhandlung diejenige $f+gi$ von vier zusammengehörigen ungeraden Zahlen als primär betrachten, für welche $f-1$ und g gleichzeitig die Form 4μ oder gleichzeitig die Form $4\mu+2$ haben, und bemerken nur noch zur leichteren Anwendung dieser Definition, dafs dieselbe offenbar darauf hinauskommt, in jeder Gruppe ungerader Zahlen diejenige als primär zu bezeichnen, welche nach dem Modul $2+2i$ der positiven Einheit congruent ist.

Unter dieser Voraussetzung hat man für jede ungerade primäre Zahl m,

$$m = a^{\alpha}b^{\beta}c^{\gamma}\dots \tag{4}$$

wo a, b, c,... von einander verschiedene primäre Primzahlen bedeuten, welche so wie ihre Exponenten durch m vollständig bestimmt sind.

§. 2.

Ehe wir an die Behandlung der Frage gehen können, welche den eigentlichen Gegenstand dieser Abhandlung bildet, sind einige Eigenschaften der Potenzreste für complexe Moduln abzuleiten.

Sind k und l zwei complexe Zahlen ohne gemeinschaftlichen Faktor, und ist e der kleinste von Null verschiedene Exponent, für den $l^e \equiv 1$ (mod. k), so sagt man, l gehöre für den Modul k zum Exponenten e. Es ist leicht sich zu überzeugen, dafs alsdann

$$1,\ l,\ l^2,\dots l^{e-1},$$

nach dem Modul k incongruent sind, so wie auch, dafs, wenn man die Reihe weiter fortsetzt, dieselben Reste periodisch wiederkehren, so dafs also nur die Potenzen der Einheit congruent sind, deren Exponenten Vielfache von e

sind. Da $l^{\psi(k)} \equiv$ (mod. k), so wird also e immer ein Theiler von $\psi(k)$ sein. In dem speciellen Falle wo $\psi(k) = e$ ist, bilden die Potenzen

$$1,\ l,\ l^2, .., l^{\psi(k)-1}$$

ein System wie wir es im vorigen §. betrachtet haben, d. h. welches ein Glied aber auch nur eines enthält, welches mit einer beliebigen Zahl, die mit k keinen gemeinschaftlichen Faktor hat, nach dem Modul k congruent ist, und l heifst dann eine primitive Wurzel von k. Kennt man den Exponenten e, wozu l gehört, so kann man leicht den Exponenten bestimmen, wozu irgend eine Potenz l^s von l gehört. Man sieht ohne Schwierigkeit, dafs dieser letztere $\frac{e}{\delta}$ ist, wenn δ den gröfsten gemeinschaftlichen (positiven) Theiler von s und e bezeichnet.

I. Wir betrachten zuerst den Fall, wo der Modul eine Potenz $(a+bi)^f$ einer ungeraden zweigliedrigen Primzahl $a+bi$ ist, so dafs also $N(a+bi) = a^2+b^2 = p$ eine reelle Primzahl $4\mu+1$ ist. Für diesen Fall ist es leicht, die Existenz einer primitiven Wurzel zu zeigen. Ist die reelle Zahl $\mathfrak{a}$ eine primitive Wurzel für den Modul p^f, so wird sie es auch in Bezug auf den Modul $(a+bi)^f$ sein. Da nämlich nach der ausgesprochenen Voraussetzung

$$1,\ \mathfrak{a},\ \mathfrak{a}^2, \ldots, \mathfrak{a}^{(p-1)p^{f-1}-1}$$

nach dem Modul p^f incongruent sind, so haben sie dieselbe Eigenschaft für den Modul $(a+bi)^f$, und andrerseits ist $\psi((a+bi)^f) = (p-1)p^{f-1}$. Hat man eine solche primitive Wurzel $\mathfrak{a}$ gewählt, so soll der Exponent $\alpha_n < (p-1)p^{f-1}$, für den

$$\mathfrak{a}^{\alpha_n} \equiv n \,(\text{mod.}\, (a+bi)^f),$$

der Index der beliebigen nicht durch $a+bi$ theilbaren Zahl n heifsen. Es folgt unmittelbar aus dieser Definition, dafs man den Index eines Produktes erhält, wenn man von der Summe der Indices der Faktoren das gröfste darin enthaltene Vielfache von $(p-1)p^{f-1}$ abzieht.

Die Zahl $\mathfrak{a}$ ist immer quad. Nichtrest von $a+bi$, da sonst jedes n quad. Rest von $a+bi$ sein müfste. Hieraus folgt sogleich, dafs α_n gerade oder ungerade sein wird, je nachdem n quad. Rest oder Nichtrest von $a+bi$ ist. Man hat daher, wenn man sich des in der angeführten Abhandlung eingeführten Zeichens bedient

(5) $$\left[\frac{n}{a+bi}\right] = (-1)^{\alpha_n}.$$

II. Der jetzt zu behandelnde Fall ist der eines Moduls von der Form r^g, wo r eine eingliedrige Primzahl bezeichnet. Da wir r reell und positiv voraussetzen können, so ist also r eine Primzahl $4\mu+3$. Zu dieser Untersuchung ist die Congruenz

$$(b+zr)^{er^{g-2}} \equiv b^{er^{g-2}} + ezb^{er^{g-2}-1}r^{g-1} \pmod{r^g}$$

erforderlich, welche schon in den *Disq. arith.* art. 86 benutzt worden ist. Es ist zwar dort angenommen worden, dafs b und z reell sind, aber derselbe Beweis ist auch auf den Fall anwendbar, wenn b und z complexe Zahlen sind. Die im Exponenten vorkommenden Zahlen e und $g \geqq 2$, sind, wie sich von selbst versteht, positiv.

Für den Modul r^g existirt keine primitive Wurzel, aufser wenn $g=1$, denn es ist mit Hülfe der obigen Congruenz leicht einzusehen, dafs der höchste Exponent, wozu für diesen Modul eine Zahl gehören kann, $(r^2-1)r^{g-1}$ ist, während $\psi(r^g) = (r^2-1)r^{2g-2}$. Dafs es aber zum Exponenten $(r^2-1)r^{g-1}$ gehörende Zahlen giebt, kann man, wie folgt, zeigen. Da die aufgestellte Behauptung für $g=1$ schon erwiesen ist, (*Theor. res. biq. auct.* C. F. Gauss art. 53) so sei b eine für den Modul r zum Exponenten r^2-1 gehörige Zahl d. h. eine primitive Wurzel von r. Unter dieser Voraussetzung wird $(b+zr)^e - 1$ nur dann durch r theilbar sein, wenn e ein Vielfaches von r^2-1 ist. Es folgt hieraus, dafs der Exponent, zu dem $b+zr$ für den Modul r^g gehört, durch r^2-1 theilbar sein mufs. Da aber andrerseits auch

$$(b+zr)^{(r^2-1)r^{g-1}} \equiv 1 \pmod{r^g},$$

wie aus obiger Congruenz sogleich folgt, wenn man $(b+zr)^{r^2-1} = 1+ur$ setzt, so sieht man, dafs der erwähnte Exponent ein Theiler von $(r^2-1)r^{g-1}$ sein mufs. Man wird daher eine zum Exponenten $(r^2-1)r^{g-1}$ gehörige Zahl $b+zr$ finden können, wenn sich z so wählen läfst, dafs nicht

$$(b+zr)^{(r^2-1)r^{g-2}} \equiv 1 \pmod{r^g} \text{ ist.}$$

Nun ist aber nach obigem Lemma

$$-1+(b+zr)^{(r^2-1)r^{g-2}} \equiv -1+b^{(r^2-1)r^{g-2}}+(r^2-1)zb^{(r^2-1)r^{g-2}-1}r^{g-1} (\text{mod.}\, r^g)$$

Berücksichtigt man nun, dafs $-1+b^{(r^2-1)r^{g-2}} = Br^{g-1}$, wo B eine ganze Zahl ist, und setzt zur Abkürzung $(r^2-1)b^{(r^2-1)r^{g-2}-1} = C$, so ist klar, dafs die geforderte Bedingung erfüllt sein wird, sobald z so gewählt wird, dafs die Congruenz $Cz+B \equiv 0 \ (\text{mod.}\ r)$ nicht Statt finde, was immer geschehen kann, da C kein Vielfaches von r ist.

Es liefse sich das eben erhaltene Resultat leicht vervollständigen und allgemein bestimmen, wie viel verschiedene d. h. incongruente Zahlen zum Exponenten $(r^2-1)r^{g-1}$ oder überhaupt zu irgend einem Divisor desselben gehören. Ist cr^ν ein solcher, wo c in r^2-1 aufgeht, und $\nu \lesseqgtr g-1$, so wird die fragliche Anzahl durch den Ausdruck $\varphi(c)\psi(r^\nu)$ gegeben, worin $\varphi(c)$ die Anzahl der Zahlen bezeichnet, welche in der Reihe $0, 1, 2, \ldots, c-1$ keinen gemeinschaftlichen Faktor mit c haben. Da aber die Kenntnifs dieser Anzahl zu unserem Zwecke nicht erforderlich ist, so wollen wir uns bei deren Bestimmung nicht aufhalten. Das Einzige, was für das Folgende nöthig ist, betrifft die Form der zum Exponenten r^{g-1} gehörigen Zahlen, welche sehr leicht auszumitteln ist. Wenn $\mathfrak{c}$ zu dem genannten Exponenten gehört, so dafs also $\mathfrak{c}^{r^{g-1}}-1$ durch r^g und folglich auch durch r theilbar ist, so wird r^{g-1} ein Vielfaches von dem Exponenten sein, zu dem $\mathfrak{c}$ für den Modul r gehört. Da der letztere Exponent aber auch andrerseits ein Theiler von r^2-1 sein mufs, so hat derselbe den Werth 1, d. h. $\mathfrak{c}$ ist von der Form $1+zr$, und es bleibt nur noch zu untersuchen, welcher Bedingung z unterworfen sein mufs, damit $1+zr$ für den Mod. r^g wirklich zum Exponenten r^{g-1} gehöre. Zu diesem Zwecke bemerke man, dafs, da nach dem obigen Lemma $(1+zr)^{r^{g-1}}-1$ offenbar durch r^g theilbar ist, der Exponent, zu dem $1+zr$ gehört, in r^{g-1} aufgehen und also kein anderer als r^{g-1} selbst sein wird, wenn z so beschaffen ist, dafs die Congruenz $(1+zr)^{r^{g-2}} \equiv 1 \ (\text{mod.}\ r^g)$ nicht Statt findet. Giebt man dieser mit Hülfe des Lemmas die Form

$$zr^{g-1} \equiv 0 \ (\text{mod.}\ r^g),$$

so sieht man, dafs die nöthige und ausreichende Bedingung, damit $\mathfrak{c}$ zum Exponenten r^{g-1} gehöre, darin besteht, dafs $\mathfrak{c}$ in dem Ausdruck $1+zr$ enthalten und z kein Vielfaches von r sei.

Dies vorausgesetzt, wird es uns leicht sein, nachzuweisen, dafs, wenn $\mathfrak{b}$ eine gegebene zum Exponenten $(r^2-1)r^{g-1}$ gehörige Zahl ist, immer eine zweite zum Exponenten r^{g-1} gehörige Zahl $\mathfrak{c} = 1 + zr$ von solcher Beschaffenheit gefunden werden kann, dafs die Congruenz

$$\mathfrak{b}^{\beta} \equiv \mathfrak{c}^{\gamma} \pmod{r^g}$$

worin β und γ resp. in den Reihen

$$0,\ 1,\ 2, \ldots, (r^2-1)r^{g-1}-1;\quad 0,\ 1, \ldots, r^{g-1}-1$$

enthaltene Zahlen bedeuten, nicht anders bestehen kann, als wenn man gleichzeitig $\beta = 0$, $\gamma = 0$ hat. Wir bemerken zunächst, dafs, da offenbar von den beiden Gleichungen $\beta = 0$, $\gamma = 0$, die eine die andere zur Folge hat, wir nur zu zeigen haben, dafs $\mathfrak{c}$ so gewählt werden kann, dafs die Congruenz nicht bestehen kann, wenn β und γ beide von Null verschieden sind. Zweitens ist leicht einzusehen, dafs die Möglichkeit der Congruenz die Theilbarkeit von β durch r^2-1 voraussetzt. Setzen wir daher $\beta = (r^2-1)\beta'$ und ferner $\mathfrak{b}^{r^2-1} = 1 + kr$, wo k eine gegebene Zahl bedeutet, die nicht durch r aufgeht. Unsere Congruenz wird so

$$(1+kr)^{\beta'} \equiv (1+zr)^{\gamma} \pmod{r^g},$$

und es ist nur noch übrig z so einzurichten, dafs dieselbe nicht bestehen kann, wenn β' und γ beide in der Reihe $1, 2, \ldots, r^{g-1}-1$ gewählt werden. Da $1+kr$ und $1+zr$ zum Exponenten r^{g-1} und folglich $(1+kr)^{\beta'}$ und $(1+zr)^{\gamma}$ zu den Exponenten $r^{g-1-\lambda}$ und $r^{g-1-\mu}$ gehören, wo r^{λ} und r^{μ} die höchsten in β' und γ aufgehenden Potenzen von r bedeuten, so erfordert unsere Congruenz, dafs man $\lambda = \mu$ habe, und wird, wenn man $\beta' = r^{\lambda}\beta''$ und $\gamma = r^{\lambda}\gamma'$ setzt

$$(1+kr)^{\beta'' r^{\lambda}} \equiv (1+zr)^{\gamma' r^{\lambda}} \pmod{r^g}.$$

Da $\lambda \leqq g-2$ und diese letztere Congruenz für $\lambda < g-2$ als richtig vorausgesetzt, auch noch für $\lambda = g-2$ bestehen wird, so haben wir blofs zu zeigen, dafs für ein gehörig gewähltes z die Congruenz

$$(1+kr)^{\beta'' r^{g-2}} \equiv (1+zr)^{\gamma' r^{g-2}} \pmod{r^g}$$

nicht Statt finden kann.

Nach dem obigen Lemma ist diese ganz gleichbedeutend mit $(\gamma' z - \beta'' k) r^{s-1} \equiv 0 \pmod{r^s}$, oder was dasselbe ist, mit $\gamma' z \equiv \beta'' k \pmod{r}$. Jetzt bemerke man, dafs, da die nicht durch r theilbaren Zahlen γ' und β'' reell sind, man immer eine reelle und offenbar nicht durch r theilbare Zahl δ so bestimmen kann, dafs $\beta'' \equiv \gamma' \delta \pmod{r}$, wodurch die letzte Congruenz in $z \equiv k\delta \pmod{r}$ übergeht. Da δ und also auch $k\delta$ nur $r - 1$ nach dem Modul r incongruente Werthe annehmen kann, während für z, welches nur die Bedingung zu erfüllen hat, nicht durch r theilbar zu sein, $r^2 - 1$ verschiedene Werthe gewählt werden können, so sieht man, dafs es $r^2 - 1 - (r - 1) = r(r - 1)$ incongruente Werthe von z von solcher Beschaffenheit giebt, dafs die letzte Congruenz unmöglich wird w. z. b. w.

Das eben erhaltene Resultat, nach welchem für die auf die angegebene Weise bestimmten und zu den Exponenten $(r^2 - 1) r^{s-1}$ und r^{s-1} gehörigen Basen $\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{c}$, die Congruenz

$$\mathfrak{b}^{\beta} \equiv \mathfrak{c}^{\gamma} \pmod{r^s}$$

in welcher β und γ resp. Glieder der Reihen

$$0, 1, 2, .., (r^2 - 1) r^{s-1} - 1; \quad 0, 1, 2, .., r^{s-1} - 1,$$

bedeuten, nur für den Fall $\beta = \gamma = 0$ bestehen kann, läfst sich auf eine etwas verschiedene Weise aussprechen, und man überzeugt sich ohne Schwierigkeit, dafs nach demselben der Ausdruck

$$\mathfrak{b}^{\beta} \mathfrak{c}^{\gamma}$$

für alle Verbindungen β, γ, deren Anzahl $(r^2 - 1) r^{s-1} . r^{s-1} = (r^2 - 1) r^{2s-2} = \psi(r^s)$, lauter nach dem Modul r^s incongruente Zahlen darstellt, d. h. jeder nicht durch r theilbaren Zahl n einmal und nur einmal congruent wird. Die Werthe β, γ, für welche dies geschieht, sollen die Indices von n heifsen und mit β_n, γ_n bezeichnet werden. Offenbar haben congruente Zahlen dieselben Indices und man sieht leicht, wie die Indices eines Produktes aus denen der Faktoren abzuleiten sind. Da $\mathfrak{c} \equiv 1 \pmod{r}$, so folgt aus $\mathfrak{b}^{\beta_n} \mathfrak{c}^{\gamma_n} \equiv n \pmod{r^s}$, sogleich $\mathfrak{b}^{\beta_n} \equiv n \pmod{r}$, und dann, da $\mathfrak{b}$ offenbar quadratischer Nichtrest von r ist, dafs β_n gerade oder ungerade sein wird, je nachdem n quad. Rest oder Nichtrest von r ist, oder mit Anwendung des schon oben gebrauchten Zeichens

$$\left[\frac{n}{r}\right] = (-1)^{\beta_n} \tag{6}$$

III. Es bleibt uns noch der Fall zu untersuchen, wenn der Modul eine Potenz von $1+i$ ist.

Es seien $\varkappa$ und e zwei positive Zahlen, wovon letztere ungerade, und aufserdem t eine beliebige complexe ungerade Zahl. Da

$$(1+t(1+i)^{\varkappa})^{e} = 1 + et(1+i)^{\varkappa} + \ldots$$

wo offenbar alle Glieder vom dritten incl. durch $(1+i)^{\varkappa+1}$ theilbar sind, so folgt, dafs $(1+t(1+i)^{\varkappa})^{e}$ die Form $1+t'(1+i)^{\varkappa}$ haben wird, wo t' wieder ungerade ist. Ferner ist, wenn man $\varkappa \geqq 3$ annimmt,

$$(1+t(1+i)^{\varkappa})^{2} = 1+t'(1+i)^{\varkappa+2}$$

wo ebenfalls t' ungerade ist. Wenn man diese beiden Resultate mit einander verbindet, so findet man ohne Schwierigkeit, dafs immer unter der Voraussetzung $\varkappa \geqq 3$,

$$(1+t(1+i)^{\varkappa})^{\vartheta} = 1+t'(1+i)^{\varkappa+2\varrho}$$

wo t' wie t ungerade ist und ϱ den Exponenten der höchsten in ϑ aufgehenden Potenz von 2 bezeichnet.

Zu unserem Zwecke reicht es hin, wenn der Exponent der als Modul zu betrachtenden Potenz von $1+i$ ungerade und $\geqq 7$ ist. Es sei daher der Modul $= (1+i)^{3+2h}$, so dafs $h \geqq 2$. Setzt man in dem vorher erhaltenen Resultate $\varkappa = 3$ oder $= 4$, so sieht man sogleich, dafs $1+t(1+i)^{\varkappa}$ für den Modul $(1+i)^{3+2h}$ zum Exponenten 2^{h} gehört. Dies vorausgesetzt, ist es leicht, sich zu überzeugen, dafs die beiden zum Exponenten 2^{h} gehörigen Zahlen $1+t(1+i)^{3}$ und $1+u(1+i)^{4}$, in denen t und u ungerade sind, immer die Eigenschaft besitzen, dafs die Congruenz

$$(1+t(1+i)^{3})^{\delta} \equiv (1+u(1+i)^{4})^{\varepsilon} \pmod{(1+i)^{3+2h}},$$

wenn man darin unter δ und ε aus der Reihe

$$0, 1, 2, \ldots, 2^{h}-1$$

zu nehmende Zahlen versteht, nur für den Fall bestehen kann, wo $\delta = \varepsilon = 0$ ist. In der That, da offenbar jede der Voraussetzungen $\delta = 0$, $\varepsilon = 0$, die andere zur Folge hat, so haben wir nur noch nachzuweisen, dafs unsere Congruenz unmöglich wird, wenn δ und ε beide von der Null verschieden sind.

Bezeichnet man mit 2^{ϱ} und 2^{σ} die höchsten in δ und ε resp. aufgehenden Potenzen von 2, wo $\varrho < h$, $\sigma < h$, so werden die beiden Seiten resp. in den beiden Formen

$$1 + t'(1+i)^{3+2\varrho}, \quad 1 + u'(1+i)^{4+2\sigma}$$

enthalten sein, worin t' und u' ungerade Zahlen bezeichnen. Setzt man diese Werthe ein, so kommt

$$t'(1+i)^{3+2\varrho} \equiv u'(1+i)^{4+2\sigma} (\text{mod.} (1+i)^{3+2h})$$

welche Congruenz offenbar unmöglich ist, da die Exponenten $3+2\varrho$ und $4+2\sigma$ ungleich und beide kleiner als $3+2h$ sind.

Setzt man speciell $t = 1$, $u = -1$, so kann also die Congruenz

$$(-1+2i)^{\delta} \equiv 5^{\varepsilon} (\text{mod.} (1+i)^{3+2h})$$

nur unter der Voraussetzung Statt finden, dafs man $\delta = \varepsilon = 0$ habe, oder, was, wie man sich leicht überzeugt, auf dasselbe hinauskommt, der Ausdruck

$$(-1+2i)^{\delta} 5^{\varepsilon}$$

stellt für alle Verbindungen δ, ε, deren Anzahl offenbar 2^{2h} beträgt, lauter nach dem Modul $(1+i)^{3+2h}$ incongruente Zahlen dar. Alle diese Zahlen sind primär, d. h. $\equiv 1$ (mod. $(1+i)^3$), da $-1+2i$ und 5 selbst diese Eigenschaft besitzen. Erwägt man nun, dafs offenbar für jeden durch $(1+i)^3$ theilbaren Modul zwei congruente ungerade Zahlen immer gleichzeitig primär oder nicht primär sind, und dafs folglich unser Ausdruck nur primären Zahlen congruent werden kann, und bemerkt man ferner, dafs für den Modul $(1+i)^{3+2h}$, wie leicht zu sehen ist, nur $\frac{1}{4}\psi((1+i)^{3+2h}) = 2^{2h}$ ungerade primäre Zahlen existiren, die unter einander incongruent sind, so sieht man, dafs der obige Ausdruck jeder ungeraden primären Zahl n einmal und nur einmal congruent wird. Die Exponenten δ_n, ε_n, für welche dies geschieht, sollen wieder die Indices von n heifsen und es leuchtet ein, dafs man den ersten oder zweiten Index eines Produktes findet, indem man von der Summe der ersten oder zweiten Indices der Faktoren das gröfste darin enthaltene Vielfache von 2^h abzieht. Die Indices δ_n, ε_n besitzen wieder Eigenschaften, welche den am Schlusse der beiden vorhergehenden Nummern bemerkten analog sind und sich wie diese auf die Theorie der quadratischen Reste beziehen. Setzt man

$$(-1+2i)^{\delta_n} 5^{\varepsilon_n} = \lambda' + \nu' i$$

wo λ' und ν' resp. ungerade und gerade sind, so hat man nach dem in der angeführten Abhandlung Bewiesenen, §. 8, Gleich. (e) und (f),

$$(-1)^{\frac{\lambda'^2+\nu'^2-1}{4}} = \left[\frac{i}{\lambda'+\nu' i}\right] = \left[\frac{i}{-1+2i}\right]^{\delta_n}\left[\frac{i}{5}\right]^{\varepsilon_n},$$

$$(-1)^{\frac{(\lambda'+\nu')^2-1}{8}} = \left[\frac{1+i}{\lambda'+\nu' i}\right] = \left[\frac{1+i}{-1+2i}\right]^{\delta_n}\left[\frac{1+i}{5}\right]^{\varepsilon_n},$$

und folglich, da

$$\left[\frac{i}{-1+2i}\right] = -1, \quad \left[\frac{i}{5}\right] = 1, \quad \left[\frac{1+i}{-1+2i}\right] = 1, \quad \left[\frac{1+i}{5}\right] = -1,$$

$$(-1)^{\frac{\lambda'^2+\nu'^2-1}{4}} = (-1)^{\delta_n}, \quad (-1)^{\frac{(\lambda'+\nu')^2-1}{8}} = (-1)^{\varepsilon_n},$$

Wird nun $n = \lambda + \nu i$ gesetzt, und bemerkt man, dafs wegen $\lambda + \nu i \equiv \lambda' + \nu' i$ (mod. 8), welche letztere Congruenz daraus folgt, dafs 8 ein Faktor von $(1+i)^{3+2h}$ ist, λ und ν resp. von λ' und ν' um Vielfache von 8 verschieden sind, so sieht man sogleich, dafs in den zuletzt erhaltenen Gleichungen λ', ν' mit λ, ν vertauscht werden können, und man erhält

$$(7) \qquad n = \lambda + \nu i, \quad (-1)^{\frac{\lambda^2+\nu^2-1}{4}} = (-1)^{\delta_n}, \quad (-1)^{\frac{(\lambda+\nu)^2-1}{8}} = (-1)^{\varepsilon_n}.$$

IV. Wir sind jetzt im Stande, eine beliebige Zahl k als Modul zu betrachten; um jedoch jede unnütze Weitläufigkeit zu vermeiden, beschränken wir uns auf den Fall, wo k gerade ist, die höchste darin aufgehende Potenz von $1+i$ einen Exponenten der Form $3+2h$ hat und $h \gtreqless 2$ ist. Die Zahl k sei abgesehen von dem Faktor i^{μ}, das Produkt der Primzahlpotenzen

$$(8) \qquad (a+bi)^f, \ (a'+b'i)^{f'}, \ldots \ ; \ r^g, \ r'^{g'}, \ldots \ ; \ (1+i)^{3+2h},$$

Die ungeraden und zweigliedrigen Primzahlen $a+bi$, $a'+b'i, \ldots$, welche zu gröfserer Einfachheit primär vorausgesetzt werden, sind ungleich, und $r, r', \ldots$ sind eingliedrige positive ebenfalls von einander verschiedene Primzahlen. Wählt man nun für jeden der Moduln (8) nach den Vorschriften der drei vorhergehenden Nummern eine oder zwei Basen

$$(9) \qquad \mathfrak{a}, \ \mathfrak{a}', \ldots \ ; \ \mathfrak{b}, \ \mathfrak{c}, \ \mathfrak{b}', \ \mathfrak{c}', \ldots \ ; \ -1+2i, \ 5,$$

so erhält man für jedes n, welches relative Primzahl zu k und zugleich primär ist, eine Reihe von Indices

(10) $\alpha_n, \alpha'_n, \ldots; \beta_n, \gamma_n, \beta'_n, \gamma'_n, \ldots; \delta_n, \varepsilon_n,$

welche das System der Indices von n heifsen soll und völlig bestimmt ist, wenn die Basen ein für allemal gewählt sind. Dafs congruente Zahlen n und n' dasselbe System der Indices haben, ist klar, und dafs auch der umgekehrte Satz Statt findet, geht daraus hervor, dafs bei vorausgesetzter Identität der Systeme für zwei Zahlen n und n', die Congruenz $n \equiv n'$ für jeden der Moduln (8) und folglich auch für den Modul k besteht. Berücksichtigt man die Anzahl der Werthe, die den einzelnen Indices (10) zukommen können, so sieht man sogleich, dafs die Anzahl der verschiedenen Systeme (10) durch das Produkt

$$(p-1)p^{f-1}.(p'-1)p'^{f-1}\ldots\times(r^2-1)r^{2g-2}.(r'^2-1)r'^{2g'-2}\ldots\times 2^{2h},$$

d. h. durch $\frac{1}{4}\psi(k)$ ausgedrückt wird, wie dies auch in der That der Fall sein mufs, da $\frac{1}{4}\psi(k)$ offenbar mit der Anzahl aller nach dem Modul k incongruenten Zahlen, welche mit diesem keinen gemeinschaftlichen Faktor haben und überdies primär sind, zusammenfällt.

Da wir in den folgenden §. §. häufig eine Reihe von Zahlen von der eben angegebenen Beschaffenheit, d. h. eine Reihe, welche ein und nur ein mit jeder Zahl, die zu k Primzahl und aufserdem primär ist, nach dem Modul k congruentes Glied enthält, zu betrachten haben werden, so wollen wir übereinkommen, mit

(11) l

das allgemeine Glied einer solchen aus $\frac{1}{4}\psi(k)$ Gliedern bestehenden Zahlenreihe zu bezeichnen.

§. 3.

Indem wir zu dem in der Einleitung als Gegenstand dieser Abhandlung bezeichneten Satze übergehen, nach welchem

$$kt+l$$

immer unendlich viel Primzahlen enthält, wenn die gegebenen Zahlen k und l keinen gemeinsamen Theiler haben, bemerken wir zunächst, dafs man offenbar, ohne der Allgemeinheit zu schaden, k als durch $1+i$ theilbar und den Exponenten der höchsten darin aufgehenden Potenz von $1+i$ als ungerade und $\overline{\overline{>}}\, 7$ betrachten kann, so dafs also k von der im vorigen §., IV.

vorausgesetzten Form sein wird. Erwägt man ferner, dafs vier zusammengehörige Zahlen immer zugleich Primzahlen sind oder nicht sind, so leuchtet ein, dafs man l als eine primäre Zahl ansehen kann und dafs daher auch dieser Buchstabe in der ihm unter (11) gegebenen Bedeutung genommen werden kann.

Dies vorausgesetzt, bilde man unter Beibehaltung aller in §. 2, IV gebrauchten Bezeichnungen, den Basen (9) der Reihe nach entsprechend die binomischen Gleichungen

$$(12)\quad \begin{cases} \phi^{(p-1)p^{f-1}} = 1, \quad \phi'^{(p'-1)p'^{f'-1}} = 1, \ldots \\ \psi^{(r^2-1)r^{g-1}} = 1, \quad \chi^{r^{g-1}} = 1; \quad \psi'^{(r'^2-1)r'^{g'-1}} = 1, \quad \chi'^{r'^{g'-1}} = 1; \ldots \\ \vartheta^{2^h} = 1, \quad \eta^{2^h} = 1. \end{cases}$$

und setze ferner zur Abkürzung

$$\Omega_n = \phi^{\alpha_n}\phi'^{\alpha'_n}\ldots \times \psi^{\beta_n}\chi^{\gamma_n}\psi'^{\beta'_n}\chi'^{\gamma'_n}\ldots\ldots \times \vartheta^{\delta_n}\eta^{\varepsilon_n}.$$

Das so gebildete Produkt besitzt mehrere sehr leicht zu beweisende und für das folgende wichtige Eigenschaften, welche vor allen Dingen zu betrachten sind. Denkt man sich zunächst die in Ω enthaltenen Wurzeln der Einheit als constant, so hat man offenbar

$$(13)\qquad \Omega_{nn'} = \Omega_n \Omega_{n'},$$

und wenn $n' \equiv n \pmod{k}$ angenommen wird,

$$(13')\qquad \Omega_{n'} = \Omega_n,$$

Ferner ist immer unter der Voraussetzung, dafs man die in Ω enthaltenen Wurzeln der Einheit nicht ändere, und wenn das Zeichen Σ sich auf alle unter (11) definirten Werthe von l erstreckt,

$$(14)\qquad \Sigma\Omega_l = 0, \text{ oder } \Sigma\Omega_l = \tfrac{1}{4}\psi(k),$$

je nachdem unter den Wurzeln $\phi, \phi', \ldots; \psi, \chi, \psi', \chi', \ldots; \vartheta, \eta$ wenigstens eine von der positiven Einheit verschiedene sich befindet oder alle dieser gleich sind. In der That läfst sich unsere Summe, da allen l alle möglichen Systeme (10) entsprechen, leicht in Faktoren zerlegen, von denen jeder nur eine der oben genannten Wurzeln enthält. Derjenige dieser Faktoren, worin ϕ vorkommt, ist offenbar

$$1+\phi+\phi^2+\ldots+\phi^{(p-1)p^{f-1}-1},$$

und folglich $=0$ oder $=(p-1)p^{f-1}$, je nachdem ϕ von der positiven Einheit verschieden oder derselben gleich ist, und da Ähnliches von allen übrigen gilt, so ist die ausgesprochene Behauptung bewiesen.

Wenn wir uns jetzt, wie überall im Folgenden, des Zeichens S bedienen, um eine Summation anzudeuten, welche sich über alle Combinationen der Wurzeln der Gleichungen (12) erstreckt, deren Anzahl offenbar $=\frac{1}{4}\psi(k)$, so hat man endlich

$$(15) \qquad S\Omega_n=\tfrac{1}{4}\psi(k), \text{ oder } S\Omega_n=0,$$

je nachdem $n\equiv 1$ oder nicht $\equiv 1$ (mod. k) ist.

Das erste Resultat folgt unmittelbar daraus, dafs für $n\equiv 1$, alle Indices (10) verschwinden. Um sich von der Richtigkeit des zweiten zu überzeugen, darf man nur bemerken, dafs $S\Omega_n$ in Faktoren zerlegt werden kann, von denen jeder nur die Wurzeln einer der Gleichungen (12) enthält und dafs der auf die erste dieser Gleichungen sich beziehende nichts anders ist als die Summe der $\alpha_n$ten Potenzen aller Wurzeln dieser Gleichung. Dieser Faktor wird daher und wegen $\alpha_n<(p-1)p^{f-1}$ immer verschwinden, aufser wenn $\alpha_n=0$ ist. Aus diesem und den ähnlichen Resultaten, welche für die übrigen Faktoren gelten, folgt die zweite der Gleichungen (15) sogleich, wenn man berücksichtigt, dafs, wenn n nicht $\equiv 1$ (mod. k) ist, wenigstens einer der Indices (10) von Null verschieden sein wird.

Nach den bisher getroffenen Einleitungen können wir ohne Schwierigkeit die Gleichung

$$(16) \qquad \Pi\frac{1}{1-\Omega_q\frac{1}{(Nq)^s}}=\Sigma\,\Omega_n\frac{1}{(Nn)^s}=L$$

beweisen. In dieser Gleichung bedeutet s eine beliebige positive die Einheit übertreffende Gröfse, und was das Multiplicationszeichen Π und das Summationszeichen Σ betrifft, so erstreckt sich ersteres über alle primären Primzahlen q, welche nicht in k aufgehen, während letzteres auf alle primären Zahlen n auszudehnen ist, die mit k keinen gemeinsamen Theiler haben. Die in Ω eingehenden Wurzeln ϕ, ϕ',... können beliebig gewählt werden, müssen aber in jedem Ω dieselben sein, so dafs also unsere allgemeine Gleichung $\frac{1}{4}\psi(k)$ besondere, den verschiedenen Wurzelverbindungen entsprechende,

Gleichungen darstellt. Um sich von der Richtigkeit dieser Gleichung zu überzeugen, entwickle man den allgemeinen Faktor auf der ersten Seite mit Berücksichtigung der Gleichung (13). Man erhält so

$$\frac{1}{1-\Omega_q\frac{1}{(Nq)^s}} = 1 + \Omega_q\frac{1}{(Nq)^s} + \Omega_{q^2}\frac{1}{(N.q^2)^s} + \text{etc.}$$

Führt man nun die angedeutete Multiplication aus, und erinnert sich, dafs nach (4) jede Zahl n nur auf eine Weise als ein Produkt von Potenzen primärer Primzahlen dargestellt werden kann, so wird die erste Seite unserer Gleichung in die zweite übergehen, w. z. b. w.

§. 4.

Wir müssen jetzt die allgemeine Reihe L (16), welche, wie leicht zu sehen, so lange $s > 1$, einen endlichen von der Art der Aufeinanderfolge ihrer Glieder unabhängigen Werth hat, näher betrachten und namentlich auszumitteln suchen, wie sich dieser Werth ändert, wenn man $s = 1 + \varrho$ setzend, die positive Variable ϱ unendlich klein werden läfst. Die zu untersuchende Reihe L zerfällt in $\frac{1}{4}\psi(k)$ Partialreihen, von denen jede alle diejenigen Glieder enthält, für welche n derselben Zahl l (11) nach dem Modul k congruent ist. Irgend eine solche Partialreihe ist, wenn man von dem allen ihren Gliedern gemeinsamen Faktor Ω_l abstrahirt,

$$W = \Sigma\frac{1}{N(kt+l)^{1+\varrho}},$$

wo sich das Zeichen Σ auf alle complexen ganzen Zahlen t bezieht. Nun ist in der Abhdl. *Recher. sur les form.* §. 18, III. gezeigt worden, dafs letztere Reihe für ein unendlich kleines ϱ dem Ausdruck $\frac{\pi}{N(k)}\frac{1}{\varrho}$ gleich wird. Dieses Resultat läfst sich mit Hülfe der am angeführten Orte entwickelten Betrachtungen vervollständigen und man beweist leicht, dafs

$$W = \frac{\pi}{N(k)}\frac{1}{\varrho} + A + \varrho F(\varrho),$$

wo A eine reelle Constante und $F(\varrho)$ eine reelle Funktion von ϱ bezeichnet, die sich für ein unendlich klein werdendes ϱ einer endlichen Grenze nähert. Hieraus folgt sogleich mit Berücksichtigung von (14), dafs

$$(17)\qquad L = \frac{\pi\psi(k)}{4N(k)}\frac{1}{\varrho} + F(\varrho),\ \text{oder}\ L = A + A'i + \varrho(\Phi(\varrho) + i\Phi'(\varrho)),$$

je nachdem die in L enthaltenen Wurzeln der Einheit alle der positiven Einheit gleich sind, oder wenigstens eine derselben von dieser verschieden ist. A und A' sind reelle Constanten und $F(\varrho)$, $\Phi(\varrho)$, $\Phi'(\varrho)$ reelle Funktionen von ϱ, die für einen unendlich kleinen Werth der positiven Veränderlichen ϱ sich endlichen Grenzen nähern.

Die Reihen L zerfallen nach den verschiedenen in ihnen enthaltenen Wurzelcombinationen in folgende drei Klassen. Die erste dieser Klassen besteht aus der einzigen Reihe, in welcher alle Wurzeln der Einheit den Werth 1 haben, und auf welche sich die erste der Gleichungen (17) bezieht. Die zweite Classe umfafst alle übrigen Reihen, in denen nur reelle Wurzeln vorkommen. Bemerkt man nun, dafs nur in denjenigen der Gleichungen (12), deren Wurzeln mit χ, χ',... bezeichnet sind, die Exponenten ungerade sind, so sieht man, dafs zur Darstellung aller Reihen der zweiten Klasse die doppelten Zeichen in

$$\varphi = \pm 1,\ \varphi' = \pm 1, \ldots;\ \psi = \pm 1,\ \chi = 1,\ \psi' = \pm 1,\ \chi' = 1, \ldots;\ \vartheta = \pm 1,\ \eta = \pm 1,$$

auf jede mögliche Weise combinirt werden müssen, wobei nur die eine aus allen oberen Zeichen bestehende Verbindung als der ersten Klasse entsprechend ausgeschlossen bleiben mufs. Die dritte Klasse endlich wird alle Reihen in sich begreifen, in denen wenigstens eine imaginäre Wurzel der Einheit vorkommt, und man sieht ohne Schwierigkeit, dafs die Reihen dieser Klasse immer paarweise einander zugeordnet sind, indem, unter der ausgesprochenen Voraussetzung, die beiden Wurzelcombinationen

$$\varphi,\ \varphi', \ldots;\ \psi,\ \chi,\ \psi',\ \chi', \ldots;\ \vartheta,\ \eta \text{ und } \frac{1}{\varphi},\ \frac{1}{\varphi'}, \ldots;\ \frac{1}{\psi},\ \frac{1}{\chi},\ \frac{1}{\psi'},\ \frac{1}{\chi'}, \ldots;\ \frac{1}{\vartheta},\ \frac{1}{\eta},$$

offenbar von einander verschieden sind. Bei diesen Reihen findet der Übergang von einer derselben zu der ihr zugeordneten Statt, wenn man in der zweiten Gleichung (17) i mit $-i$ vertauscht, während für die Reihen der zweiten Klasse, für welche die erwähnte Gleichung ebenfalls gilt, die in dieser Gleichung vorkommenden imaginären Glieder verschwinden.

Wird ϱ unendlich klein, so wächst der Werth der die erste Klasse L constituirenden Reihe über jede positive Grenze hinaus, während die Werthe aller übrigen sich endlichen Grenzen nähern, wie aus (17) ersichtlich. Dies ist jedoch zu unserem Zwecke nicht ausreichend und wir müssen nachweisen, dafs alle diese Grenzen von Null verschieden sind, d. h. dafs in der

zweiten der Gleichungen (17) nie gleichzeitig $A = 0$, $A' = 0$ ist. Wir wollen für einen Augenblick annehmen, dieser Nachweis sei für alle Reihen der zweiten Klasse geführt. Unter dieser Voraussetzung soll im folgenden §. die Richtigkeit derselben Behauptung für die dritte Klasse gezeigt und zugleich der am Anfang des §. 3 aufgestellte Satz abgeleitet werden, so dafs uns dann nur noch übrig bleiben wird, am Schlusse der Abhandlung die hinsichtlich der Reihen der zweiten Klasse vorausgesetzte Eigenschaft zu beweisen.

§. 5.

Nimmt man von beiden Seiten der Gleichuug (16) die neperschen Logarithmen und entwickelt, so kommt

$$\ldots + \frac{1}{\mu}\Sigma\,\Omega_{q^\mu}\frac{1}{(Nq)^{\mu+\mu\varrho}} + \ldots = \log L,$$

wo wir zur Abkürzung nur das allgemeine Glied geschrieben haben, in welchem für μ successive alle Werthe von $\mu = 1$ bis $\mu = \infty$ zu setzen sind, und wo sich das Summenzeichen auf alle q erstreckt. Es sei nun l irgend eine bestimmte der unter (11) definirten Zahlen, und man setze $ll' \equiv 1$ (mod. k), wo l', wie l, primär und Primzahl zu k ist. Multiplicirt man unsere Gleichung mit $\Omega_{l'}$, und summirt nach allen Wurzelverbindungen, so erhält man

$$\ldots + \frac{1}{\mu}\Sigma(S\Omega_{l'q^\mu})\frac{1}{(Nq)^{\mu+\mu\varrho}} + \ldots = S\Omega_{l'}\log L.$$

Nun ist nach (15), $S\Omega_{l'q^\mu} = 0$, aufser wenn $l'q^\mu \equiv 1$, oder was dasselbe ist, aufser wenn $q^\mu \equiv l$ (mod. k) ist, für welchen Fall die Summe den Werth $\frac{1}{4}\psi(k)$ annimmt. Die Gleichung wird daher

$$(18)\qquad \Sigma\frac{1}{(Nq)^{1+\varrho}} + \frac{1}{2}\Sigma\frac{1}{(Nq)^{2+2\varrho}} + \ldots = \frac{4}{\psi(k)}S\Omega_{l'}\log L,$$

wo sich das Zeichen Σ im ersten, zweiten,... Gliede resp. auf die Primzahlen q erstreckt, deren erste, zweite,... Potenzen $\equiv l$ (mod. k) sind. Setzt man speciell $l \equiv 1$, so ist $l' \equiv 1$ (mod. k), $\Omega_{l'} = 1$, und das allgemeine Resultat geht über in

$$\Sigma\frac{1}{(Nq)^{1+\varrho}} + \frac{1}{2}\Sigma\frac{1}{(Nq)^{2+2\varrho}} + \ldots = \frac{4}{\psi(k)}S\log L.$$

Wir betrachten jetzt die Summen $S\log L$ für den Fall, wo ϱ unendlich klein wird. Was zunächst die den Reihen der zweiten Klasse entspre-

chenden Glieder betrifft, so werden sich diese sämmtlich endlichen Grenzen nähern; wogegen das der ersten Klasse entsprechende Glied einen unendlich grofsen positiven Werth annimmt, indem dasselbe nach (17) in die Form

$$\log\left(\frac{1}{\varrho}\right) + \log\left(\frac{\pi\psi(k)}{4N(k)} + \varrho F(\varrho)\right)$$

gebracht werden kann, wo der erste Theil unendlich wird, während der zweite sich einer endlichen Grenze nähert. Wäre nun der endliche Grenzwerth einer Reihe der dritten Klasse der Null gleich, d. h. wäre in (17), $A = 0$, $A' = 0$, so würde sich aus der Vereinigung der zwei Glieder, welche in unserer Summe dieser und der ihr zugeordneten Reihe entsprechen, der Ausdruck

$$-2\log\left(\frac{1}{\varrho}\right) + \log\left(\phi(\varrho)^2 + \phi'(\varrho)^2\right)$$

ergeben, nach dessen Verbindung mit dem eben betrachteten die Summe das Glied $-\log\left(\frac{1}{\varrho}\right)$ darbieten würde, welches einen unendlich grofsen negativen Werth annimmt, und nicht etwa durch $\log\left(\phi(\varrho)^2 + \phi'(\varrho)^2\right)$ aufgehoben werden kann, indem dieser letztere Logarithmus sich entweder einer endlichen Grenze nähert oder selbst einen unendlich grofsen negativen Werth erhält. Dies widerspricht unserer obigen Gleichung, deren erste Seite nur positive Glieder enthält, und der hier hervortretende Widerspruch würde offenbar noch verstärkt werden, wenn man die Grenzwerthe für mehr als ein Paar zugeordneter Reihen der dritten Klasse als verschwindend betrachten wollte. Es ist somit, unter Vorbehalt des noch zu leistenden Nachweises für die Reihen der zweiten Klasse, bewiesen, dafs $\log L$ sich immer einer endlichen Grenze nähert, den einzigen Fall ausgenommen, wenn L die Reihe der ersten Klasse bezeichnet, da für diesen Fall unser Logarithmus über jede positive noch so grofse Zahl hinaus wächst.

Kehren wir jetzt zur allgemeinen Gleichung (18) zurück, so sehen wir, dafs die zweite und also auch die erste Seite derselben für ein unendlich klein werdendes ϱ unendlich wird. Nun bleibt aber die Summe aller auf der ersten Seite vorkommenden Reihen von der zweiten incl. ab, endlich, da, wie leicht zu sehen, $\frac{1}{2}\Sigma\frac{1}{(Nq)^2} + \frac{1}{3}\Sigma\frac{1}{(Nq)^3} + \ldots$ noch endlich ist, wenn man die Summationen nicht, wie es hier geschieht, auf gewisse Primzahlen q beschränkt, sondern auf alle ganzen Zahlen, deren Norm die Einheit übertrifft, ausdehnt. Es mufs daher die Summe $\Sigma\frac{1}{(Nq)^{1+\varrho}}$ über jede endliche Grenze

hinaus wachsen, was nicht anders geschehen kann, als wenn die Gliederzahl derselben unendlich ist, d. h. als wenn es eine unendliche Anzahl von Primzahlen giebt, die in der Form $kt + l$ enthalten sind, w. z. b. w.

§. 6.

Zur Vervollständigung des eben gegebenen Beweises ist noch zu zeigen, dafs der einem unendlich kleinen ϱ entsprechende Grenzwerth jeder Reihe der zweiten Klasse von Null verschieden ist. Eine solche Reihe enthält eine Wurzelverbindung der Form

$\varphi = \pm 1, \varphi' = \pm 1, \ldots; \psi = \pm 1, \chi = 1, \psi' = \pm 1, \chi' = 1, \ldots; \vartheta = \pm 1, \eta = \pm 1.$
Bildet man das Produkt aller derjenigen der Primzahlen $a + bi$, $a' + b'i, \ldots$; $r, r', \ldots$, denen in dieser Wurzelcombination eine der negativen Einheit gleiche Wurzel $\varphi, \varphi', \ldots; \psi, \psi', \ldots$ entspricht, und bezeichnet das Produkt dieser Primzahlen mit Q, so wie das aller übrigen mit V (wobei es sich von selbst versteht, dafs, wenn in einer dieser Gruppen keine Primzahl vorkommen sollte, man für Q oder V die Einheit zu wählen hat), so wird der im allgemeinen Gliede der Reihe enthaltene Ausdruck Ω_n nach den unter (5) und (6) erhaltenen Resultaten folgende Gestalt annehmen können:

$$\Omega_n = \left[\frac{n}{Q}\right] \vartheta^{\delta_n} \eta^{\varepsilon_n}.$$

Setzt man ferner, wie oben, $n = \lambda + \nu i$, so hat man $\vartheta^{\delta_n} = \vartheta^{\frac{\lambda^2 + \nu^2 - 1}{4}}$, $\eta^{\varepsilon_n} = \eta^{\frac{(\lambda + \nu)^2 - 1}{8}}$. Ist $\vartheta = 1$, so ist die erste dieser Gleichungen evident; ist dagegen $\vartheta = -1$, so fällt sie mit einer der unter (7) bewiesenen zusammen, und mit der zweiten verhält es sich eben so.

Der Grenzwerth irgend einer Reihe der zweiten Klasse ist folglich

$$\Sigma\, \vartheta^{\frac{\lambda^2 + \nu^2 - 1}{4}} \eta^{\frac{(\lambda + \nu)^2 - 1}{8}} \left[\frac{\lambda + \nu i}{Q}\right] \frac{1}{(\lambda^2 + \nu^2)^{1+\varrho}},$$

wo ϱ unendlich klein vorausgesetzt ist, das Zeichen Σ sich über alle ungeraden primären Zahlen $\lambda + \nu i$ erstreckt, die mit k, oder, was dasselbe ist, mit QV keinen Faktor gemein haben, und noch zu bemerken ist, dafs nicht gleichzeitig $Q = 1$, $\vartheta = 1$, $\eta = 1$ sein kann, da unter dieser Voraussetzung die oben betrachtete Wurzelcombination der Reihe L der ersten Klasse entsprechen würde. Nun aber ist unsere Reihe mit der eben angegebe-

nen Beschränkung immer in der allgemeinen Reihe enthalten, welche, wie wir in der schon oft citirten Abhandlung gezeigt haben, von einem endlichen Faktor abgesehen, die Anzahl der Klassen ausdrückt, in welche sich alle quadratischen Formen für eine beliebige, keinem Quadrat gleiche, Determinante vertheilen. Vergleicht man die am angeführten Orte, §. 18, Gleich. (18), zur Bestimmung dieser Anzahl gefundenen Reihe mit der obigen, so sieht man, dafs letztere sich nach den vier Wurzelverbindungen

$$\vartheta = 1,\ \eta = 1;\ \vartheta = -1,\ \eta = 1;\ \vartheta = 1,\ \eta = -1;\ \vartheta = -1,\ \eta = -1,$$

welche darin vorkommen können, resp. auf die vier Determinanten

$$QV^2,\ iQV^2,\ (1+i)QV^2,\ i(1+i)QV^2$$

bezieht.

Hieraus folgt die zu beweisende Eigenschaft sogleich; denn wenn unsere Reihe sich auf Null reducirte, so würde auch die Anzahl der Klassen der quadratischen Formen für die entsprechende Determinante verschwinden, was nicht möglich ist, indem diese Anzahl immer wenigstens der Einheit gleich ist.

Wir schliefsen mit einer die vorher erwähnte Vergleichung erleichternden Bemerkung, welche darin besteht, dafs man in der am angeführten Orte gefundenen Reihe, ohne den Werth derselben zu ändern, die Summation auf diejenigen ungeraden mit der Determinante keinen gemeinschaftlichen Faktor darbietenden primären Zahlen $\lambda + \nu i$ beziehen kann, denen diese Benennung in dem in gegenwärtiger Abhandlung angenommenen Sinne zukommt. Dies ergiebt sich unmittelbar daraus, dafs für irgend eine Gruppe ungerader zusammengehöriger Zahlen, die nach der einen Definition als primär zu betrachtende Zahl derjenigen, welche der anderen Definition entspricht, offenbar gleich oder entgegengesetzt ist, und dann ferner daraus, dafs irgend ein Glied der Reihe ungeändert bleibt, wenn man darin $\lambda + \nu i$ mit $-\lambda - \nu i$ vertauscht.



Philologische und historische
Abhandlungen
der
Königlichen
Akademie der Wissenschaften
zu Berlin.

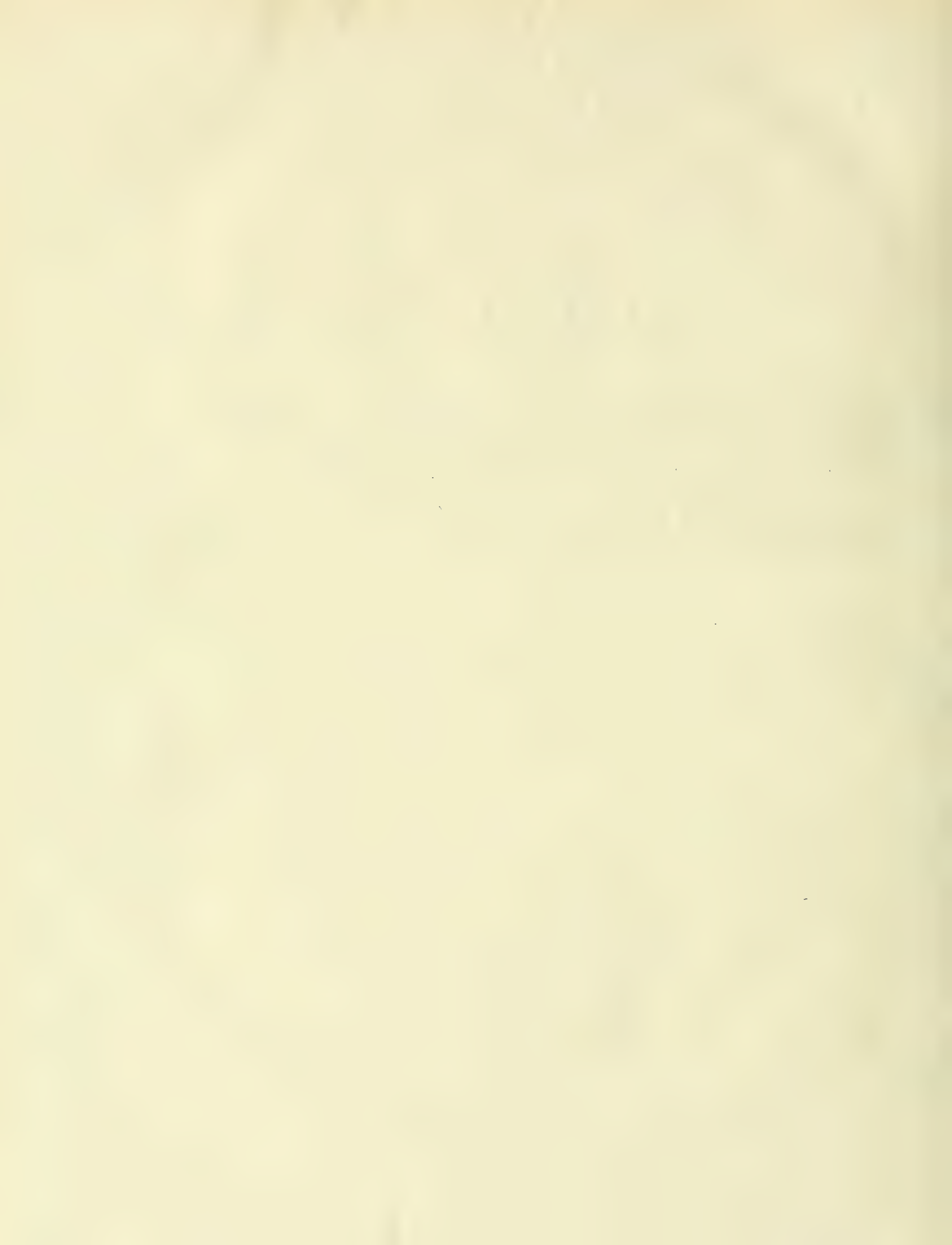
Aus dem Jahre
1841.

Berlin.
Gedruckt in der Druckerei der Königl. Akademie
der Wissenschaften.
1843.

In Commission bei F. Dümmler.



Inhalt.



Fernere Betrachtungen über die Ilias.

Von
Hrn. LACHMANN.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 11. Merz 1841.]

XVI.

Die schriftliche Überlieferung der homerischen Gedichte im griechischen Alterthum beruhte einzig auf der Arbeit des Pisistratus und seiner Gefährten. Dies erhellt aus der Art wie die Alten, zumahl vor der Zeit der Grammatiker, ihre Zweifel an einzelnen Versen ausdrückten. Wo ein ästhetisches Bedenken war, wie der gegründete Verdacht einer gegen die Weise des Katalogs ausgefüllten Lücke da wo von Aias, der mit zwölf Schiffen von Salamis kam, nichts weiter gesagt ward als (B 558)

στῆσε δ' ἄγων ἵν' Ἀθηναίων ἵσταντο φάλαγγες

(denn einen andern als den ästhetischen Anstofs nahmen hier gewifs erst die Alexandriner), oder wenn in der νέκυια als Menschen der Vorzeit, die Odysseus noch hätte sehn können, sehr unschicklich nur zwei genannt wurden, in dem Verse (λ 631)

Θησέα Πειρίθοόν τε, θεῶν ἐρικυδέα τέκνα,

so schrieb man die Interpolationen, weil sie attische Gesinnung verriethen, dem Solon oder dem Pisistratus zu. Ist, ebenfalls in der νέκυια (λ 602. 603), der dem Odysseus erscheinende Herakles nur ein Schattenbild, während er selbst unter den Göttern wohnt, so dachte man bei dieser wunderlichen Vorstellung an einen geistlichen Mann unter den überlieferten oder vermuteten Helfern des Pisistratus, den Onomakritos, dem daran liegen konnte den in Attika zuerst göttlich verehrten Heros auch in den Homer als Gott einzufälschen. Weil die Sikyonier etwas von einer Stadt Donoessa zu wissen glaubten, hatte Homer, meinten sie, so geschrieben: Gonoessa (B 573) komme auf Rechnung der attischen Unkunde. Aber das waren Urtheile und Ver-

mutungen, nicht erwiesene Thatsachen: niemand berief sich auf Bücher die von der attischen Überlieferung abwichen: und wenn die von Megara, wie erzählt ward, die attischen Verse vom Aias umsangen (ἀντιπαρῳδῆσαι nennt es Strabo, indem er den Anfang davon giebt), so wollten sie gewifs nur sagen, statt jener abgeschmackten zwei Verse müsse man etwas Schickliches und nach ihrer Behauptung Wahres setzen. Wie sollte denn auch, in einer Zeit der die Kritik fern lag, mehrere Mahle unternommen sein was von Pisistratus allgemein ausgesagt wird, dafs er die hie und dort zerstreute homerische Poesie gesammelt habe? Kann also Suidas, der allein (unter Ὅμηρος) diese Arbeit auch vielen andern aufser dem Hauptsammler Pisistratus zuschreibt (ὕστερον δὲ συνετέθη καὶ συνετάχθη ὑπὸ πολλῶν καὶ μάλιστα ὑπὸ Πεισιστράτου τοῦ τῶν Ἀθηναίων τυράννου), kann er anders als die Gehilfen des Pisistratus mifsverstanden und in viele andre, also sehr von einander abweichende, eben so ungereimt verwandelt haben, als in neuerer Zeit von grofsen Abschnitten der Odyssee behauptet ist, Aristoteles habe sie nicht gelesen, oder als gegen aristarchische Athetesen Anführungen bei Platon oder gar bei Plutarch geltend gemacht worden sind?

In der Nachricht über die Arbeit des Pisistratus liegt aber nothwendig die Aufgabe, deren Lösung ich für einen Theil der Ilias in einer der Akademie vor drei Jahren vorgelegten Abhandlung versucht habe; wie ich sie jetzo, nach einem neuen Anlauf, den ich ohne Aufmunterung von Freunden vielleicht nie gewagt hätte, auch bei den übrigen Büchern desselben Gedichts glaube lösen zu können. Dafs auch schon die Alten gefragt haben ob die zusammen getragenen Stücke nicht hin und wieder noch zu erkennen seien, lehrt eine sehr bekannte Stelle des Eustathius, deren Inhalt man oft ohne Nachdenken für ein überliefertes Gerücht von einer Thatsache, statt für das verständige Urtheil und die Vermutung eines Kritikers, genommen hat; (pag. 785, 42) die Alten sagten, die Dolonie sei von Homer besonders gesetzt und nicht in die Theile der Ilias eingereiht worden (μὴ ἐγκαταλεχθῆναι), erst Pisistratus habe sie in die Poesie gesetzt. Unter den Alten versteht Eustathius, wie jeder Kenner weifs, die ihm vorliegenden Auszüge aus alten Grammatikern. In guten Scholien würden wir dafür den Namen eines Aristophanes von Byzanz oder frühestens des Aristoteles finden: und der Zauber wäre verschwunden, den das Wort παλαιοί auf unkritische Leser ausübt. Der Urheber dieser Ansicht von der Dolonie folgte natürlich der hergebrachten

Annahme, dafs Ilias und Odyssee von einem einzigen Dichter in Stücken verfafst worden seien, die der Zusammenfügung fähig waren, oder schon von ihm selbst zusammen gefügt. Wer vor der attischen Sammlung derselben Meinung war, schrieb die Stücke die er kannte und sich selbst in seinen Gedanken in Zusammenhang brachte, dem Homer zu, gewifs nicht mit der schärfsten Kritik. Als die Arbeit des Pisistratus verbreitet war, für deren sämtliche Einzelheiten jene Früheren nicht zeugen können, verlor sich was etwa noch in anderer Fassung umgieng, und die reiche übervollständige Sammlung ward gern für des Einen Dichters echtes Werk angesehn. Wenn aber wir, mit einem hoffentlich nachgrade feineren kritischen Gefühl als wir es dem pisistratischen Zeitalter zutrauen, und aus Gründen die offen dargelegt jeder mit eigenem Sinne prüfen mag, die einzelnen Stücke wieder heraus erkennen und uns überzeugen dafs sie nicht alle von einem und demselben Dichter sein können, sollen wir da, aus blinder Ehrfurcht vor dem Alterthum, unser Gefühl und unsere Gründe Lügen strafen, und einer nur auf Alter, aber auf keinen Beweis, gestützten Annahme zu Liebe eine erforschte und begründete Thatsache verwerfen? Es ist hier nichts Heiliges, keine Rechtgläubigkeit, die von der stolzen Höhe des sicheren Wissens herab grübelnden Frevel und Entweihung beklagen dürfte. Also Gründe wider Gründe! aber kein Wehklagen, und kein Anathema!

Zu solch einer rechtfertigenden und vorbeugenden Einleitung, ich gesteh es, habe ich in dieser Versammlung keinen Grund. Ich weifs dafs ich hier mit dem unschuldigen Satze durchkommen werde, dafs es bei jedem Buche, selbst wenn der Verfasser sich nennt, erlaubt ist zu fragen ob es von ihm oder ob es von mehreren sei, und dafs, sobald der Zweifel nur einigen Grund hat, vor dem Erweise die Annahme eines und des überlieferten Verfassers eben sowohl Annahme ist als die entgegen gesetzte. Hier darf ich gewifs unbefangen die früheren Untersuchungen fortführen, und ich mufs nur in voraus um Verzeihung bitten wenn sie je schwieriger um so weitläuftiger werden sollten.

XVII.

Man hat längst die unermefsliche Dauer und den verworrenen Thatenreichthum des Tages bemerkt, der Α 1 anfängt und bis Σ 240 währt, wo

nach dem Auftreten Achills der Sonnengott noch wider Willen zum Ocean geschickt wird, nachdem es vorher zwei Mahl, Λ 86 und Π 777, Mittag geworden und nach P 384 einen ganzen Tag um Patroklus, den lebenden und den todten, gestritten ist. Im siebenten Liede Θ 475. 476 ist das Auftreten Achills auf einen späteren Tag (*ἤματι τῷ*) angekündigt, nicht auf den nächsten: der Ort wo um Patroklus Leichnam soll gestritten werden, *ἐπὶ πρύμνῃσι, στείνει ἐν αἰνοτάτῳ*, ist ein anderer als wo nachher würklich darum gestritten wird, nämlich theils in der Ebene theils am Graben aufserhalb des Schifflagers: und wenn ich recht verstehe, soll sich an Einem Tage der Kampf um den Leichnam und Hektors Tod begeben. Aristarch hat den Widerspruch getilgt, aber er erklärt nicht wie ihn jemand so gedankenlos in das fertige in Einem Sinne gedachte Werk bringen konnte. Die Verschiedenheit des Ortes führt offenbar auf verschiedene Dichter, die Verschiedenheit der Zeit wenigstens auf einzelne Gesänge die sich um Morgen und Abend nicht zu bekümmern brauchten. Gleichwohl müssen wir uns hüten die einzelnen Theile hier als so getrennt und unabhängig von einander zu betrachten wie wir bisher die meisten gefunden haben: denn alle stimmen in einem Umstande gleichmäfsig überein, der für die Fabel der Ilias so wichtig ist als der Zorn des Achilles selbst, dafs die drei bedeutendsten Helden, Agamemnon Diomedes und Odysseus, für die Dauer der Kämpfe unbrauchbar werden. Es gilt also zunächst den kühnen Versuch, aus dem verwirrten Gebüsche den Stamm richtig heraus zu finden: und das können wir nur wenn wir seinem edeln Wuchse von der Wurzel aus nachgehen. Den Bau und die Art des zehnten Liedes, das mit dem elften Buch anfängt, müssen wir uns zur Anschauung bringen, um seine Grenzen zu erkennen. Einer kleinlichen Betrachtung kann sich hier nichts ergeben.

XVIII.

Λ 1-71. Eris, von Zeus ausgesandt, schreit den Achäern Mut ein. Alle rüsten sich, voran Agamemnon, den Athenäa und Hera mit Gerassel begleiten. Sie rücken aus über den Graben, zuletzt die zu Wagen. Die Troer stehn auf der Höhe des Feldes, unter Hektor Polydamas und dreien Antenoriden. Die Völker stürzen auf einander und mähn wie Schnitter.

Hier aber kommt unschicklich (denn nachdem Hermann in der vortrefflichen Abhandlung *de iteratis apud Homerum* auf dergleichen gewiesen hat, darf es einem nicht mehr entgehen) ohne Fortschritt ein neues Gleichnifs: die Schnitter werden (72) plötzlich zu Wölfen. Eben so unpassend ist die folgende Ausschmückung. 'Eris freute sich: denn sie allein war bei der Schlacht, die andern Götter safsen ruhig in ihren Häusern auf dem Olymp.' Aber eben haben zwei Göttinnen dem Agamemnon zu Ehren gerasselt, nachher 437 schützt Athene den Odysseus vor dem Tode, auch ist Iris bei Zeus 185, und wie wir noch sehn werden Apollon. 'Alle,' heifst es weiter, 'tadelten den Zeus, dafs er den Troern Sieg geben wollte.' Alle, sagen die Alexandriner mit Recht, sei nicht wahr. 'Er aber entfernte sich von ihnen (νόσφι λιασθείς)'. Als ob sie beisammen gewesen wären, sagen die Alexandriner. 'Und setzte sich um die Völker und die Schlacht zu schauen'. Vom Himmel? fragen die Alten; da er doch nachher nöthig findet von da zum Ida zu gehn. Die Kritiker thaten sehr wohl sechs Verse (78-83) zu streichen: nur hätten sie auch die sechs vorher gehenden (72-77) mitnehmen sollen.

Λ 84-192. 195-207. Um Mittag durchbrechen die Achäer die Reihen der Troer. Agamemnon, der Held welcher bis jetzt allein genannt ist, tödtet drei Paare, zwei Freunde, zwei Priamiden, zwei Antimachiden. Die Troer fliehen; Hektor, von Zeus dem Gedränge entrückt, und Agamemnon ihm nach, bis nah an die Stadt. Da geht Zeus vom Himmel zum Ida und sendet die Iris zu Hektor. Er soll weichen bis Agamemnon verwundet sei: dann wird der Gott ihm Kraft verleihn.

'Zu tödten,' heifst es weiter 193. 194 und wiederholt 208. 209, 'bis Hektor zu den Schiffen gekommen sei und die Sonne untergehe.' Dies widerstreitet aber dem Rathschlufs den Zeus später ausspricht, Ο 232 die Achäer sollen bis zu den Schiffen fliehn, sich aber dann erholen. Die Alten verwarfen des Widerspruchs wegen die Verse welche diesen Rathschlufs enthalten. Solcher reinen Willkür bin ich abgeneigt: aber wenn mir gelingt zu beweisen dafs die Stelle die den Rathschlufs des Zeus enthält zum zehnten Liede gehört, so mufs ich hier die Verse κτείνειν εἰσόκε νῆας tilgen, die in Ρ 454. 455 an ihrem Platze sind.

Λ 210-496. Die Troer, von Hektor ermahnt, stehn den Achäern. Agamemnon tödtet die Antenoriden Iphidamas und Koon: aber von diesem

durch die Hand gestochen springt er auf den Wagen und eilt zu den Schiffen. Hektor, da er dies sieht, ermahnt die Seinen und erschlägt neun Anführer und vieles Volk. Die Griechen fliehn, bis Odysseus den Diomedes ruft. Beide tödten drei Paare. Da macht Zeus die Schlacht auf beiden Seiten gleich. Hektor, nachdem Diomedes den Agastrophos zum Tode verwundet hat, wirft sich auf die beiden Helden. Diomedes trifft Hektorn ohne ihn zu verwunden. Hektor entweicht betäubt, springt auf den Wagen und enteilt. Während Diomedes den Agastrophos beraubt, schiefst ihn Paris, am Grabmahl des Ilos stehend, mit dem Pfeil in den Fufs, so dafs er, von Odysseus auf den Wagen gebracht, zu den Schiffen fahren mufs. Odysseus ist allein ohne Hilfe: von den Troern gedrängt erlegt er nach vier andern die Hippasiden Charops und Sokos, welcher letzte ihm in die Seite sticht. Auf sein Rufen erscheinen zum Schutz Aias Telamons Sohn und Menelaus, der vierte und fünfte Griechenheld, die wir nach der sparsamen und überlegten Art dieses Liedes bald thätig zu sehn hoffen. Aber Menelaus, nachdem er den Verwundeten zum Wagen geführt hat, läfst lange auf sich warten: Aias haut ein, und fünf werden genannt die er sogleich tödtet.

Hier folgt ein Zusatz, der mit jedem Verse bedenklicher wird und auch schon von Hermann (*opusc.* V, p. 61) verworfen ist. (497 f.) 'Hektor wufste davon nichts.' Ganz richtig, obgleich wir es uns nach dem Vorhergehenden (360) auch wohl selbst sagen. 'Weil er entfernt stritt, auf der linken Seite der Schlacht.' Kebriones sagt nachher 524 nur ἐσχατιῇ πολέμοιο δυσηχέος. (499. 500) 'Beim Skamander, wo der stärkste Kampf war.' Nein: er ist am stärksten um Aias, sagt Kebriones 528. (501-503) 'Dort wo Nestor und Idomeneus waren.' Aber dies Lied nennt die Helden nur wenn sie thätig sind, und beide werden uns hier gar nicht begegnen, Idomeneus ruhet bis N 210. (504-507) 'Und die Achäer wären nicht gewichen, wenn Alexandros nicht den Machaon in die Schulter geschossen hätte.' Dort beim Skamander, weit entfernt, auf der linken Seite der Schlacht? Eben war er noch grade auf der andern Seite, in der Mitte des Feldes (167), am Grabmahl des Ilus 371, bei Odysseus und Diomedes, den er verwundete. Und ist es wohl in der Art dieses Liedes, dafs nun (508-520) auf Idomeneus Rath Nestor und Machaon die Schlacht verlassen ohne etwas Namhaftes gethan zu haben?

Λ 521-539. Der Dichter des Liedes läfst den Kebriones, der das Wüten des Aias sieht, Hektorn vom andern Ende her in seine Nähe fahren. Er springt hinab und beginnt den Kampf.

Doch wohl mit Aias? O nein, sondern in drei oder vier Versen (540-543) erfahren wir dafs Hektor den Kampf mit Aias vermied. Wenn doch alle Interpolationen so deutlich und auf richtiges Urtheil gegründet wären! Der Interpolator fühlte was hier folgen mufste und doch noch lange nicht kommt. Auf den letzten dieser Verse, welchen die Handschriften nicht haben, ohne Zweifel weil ihn die Alexandriner tilgten, pafst der folgende echte wie die Faust auf das Auge. 'Er mied den Aias: denn Zeus gönnte ihm nicht mit einem besseren Manne zu streiten: Zeus sandte dem Aias Flucht.'

Ζεὺς γάρ οἱ νεμεσᾶθ', ὅτ' ἀμείνονι φωτὶ μάχοιτο.
Ζεὺς δὲ πατὴρ Αἴανθ' ὑψίζυγος ἐν φόβον ὦρσεν.

Λ 544-557. Nicht Hektor vermied den Kampf, sondern Aias floh, sagt der Dichter, und setzt nach dem vortrefflichen Gleichnifs vom Löwen hinzu, Aias sei ungern von den Troern gewichen: 'denn er fürchtete für die Schiffe der Achäer.' Wohl zu merken, er war ihnen also schon ziemlich nah.

Dafs nun hierauf das zweite Gleichnifs vom Esel unschicklich folge, hat Hermann mit feinem und richtigem Gefühl bemerkt. Daran aber hängt ferner, um den Aias zu schützen, nicht etwa Menelaus, den wir erwarten, sondern Eurypylos; und zwar ohne sonderlichen Nutzen: denn Paris, der also überall ist, verwundet ihn. Aias steht, da er zu Befreundeten gelangt ist. Dann wird an das früher verworfene Stück von Nestor und Machaon angeknüpft. Wenn nun vor diesem (596), wie Hermann meinte (*opusc.* V, p. 61), oder schon etwas früher (557), das Lied schlösse, so wäre es unvollendet. Hektor hat nach Agamemnons Abgang 284-309. 343-360 zu wenig gethan um das Versprechen des Zeus 192 zu rechtfertigen. Aias auf der Flucht, oder thatenlos stehend, erregt Erwartungen eines Schlusses, der aber fehlt. Endlich war Menelaus als thätig angekündigt, er hat aber noch nichts gethan. Sollen wir abschliefsen, der Erfolg fehle, oder geduldig noch weiter suchen?

XIX.

Ich denke sagen zu dürfen, meine Geduld ist nicht unbelohnt geblieben.

Ξ 402-507 kommt ein Abschnitt, in dem wenigstens der Name des Aias ohne Grund voran steht: hier, wo uns der Faden rifs, pafst er genau.

Λ 556 ὣς Αἴας τότ᾽ ἀπὸ Τρώων τετιημένος ἦτορ
ἤιε πόλλ᾽ ἀέκων· περὶ γὰρ δίε νηυσὶν Ἀχαιῶν.
Ξ 402 Αἴαντος δὲ πρῶτος ἀκόντισε φαίδιμος Ἕκτωρ
ἔγχει, ἐπεὶ τέτραπτο πρὸς ἰθύ οἱ, οὐδ᾽ ἀφάμαρτεν.

Hektors Ruhm freilich verschiebt und schmälert der überall griechisch gesinnte Dichter noch, aber es handelt doch hier an wem die Reihe zum Handeln ist. Hektor trifft den Aias ohne Wunde. Aias wirft einen Stein auf Hektor, einen von den Stützsteinen der Schiffe Ξ 410; der Schiffe, für die Aias fürchtete Λ 557. Hektor wird von seinen Freunden gedeckt. Der Vers Ξ 426, welcher den auch schon früher Λ 57-59 genannten noch den Sarpedon und Glaukus beifügt, die aber in diesem Liede nicht beschäftigt werden, wäre hier sicher nicht zu finden, wenn der ganze Abschnitt noch an der ursprünglichen Stelle stünde. Die Freunde haben es nicht schwer den Betäubten zu seinem Wagen zu bringen, von dem er erst vor kurzem Λ 538 gesprungen ist, während Kebriones darauf blieb: die beiden Verse also Ξ 430. 431 sind wieder in Beziehung auf anderes (Μ 76. 91 Ν 790) aus Ν 536. 537 eingeschoben, die uns sagen, Hektor habe hinter der Schlacht einen Wagen mit einem Führer gehabt. Während nun Hektor am Furt des Xanthos ohnmächtig liegt, erfolgen fünf nach der Art dieses Liedes ausführlich erzählte Kämpfe. Aias Oileus Sohn, Polydamas, der Telamonier Aias, Akamas Antenors Sohn, endlich Peneleos, Griechen und Troer einer um den andern, erschlagen jeder einen Gegner. Die Troer denken auf Flucht.

Weiter können wir nicht: denn nun kommt sogleich Ξ 508 ff. eine Anspielung auf Poseidon, die wir eben so wenig verstehen als das darauf Ο 4 erfolgende Erwachen des Zeus in den Armen der Here. Eilen wir zu der Stelle wohin uns die Andeutungen des letzten für sich allein wenig befriedigenden Abschnittes führen, zur Erweckung Hektors aus seiner Ohnmacht.

Ο 220 Καὶ τότ᾽ Ἀπόλλωνα προσέφη νεφεληγερέτα Ζεύς
"ἔρχεο νῦν, φίλε Φοῖβε, μεθ᾽ Ἕκτορα χαλκοκορυστήν.
232 τόφρα γὰρ οὖν οἱ ἔγειρε μένος μέγα, ὄφρ᾽ ἂν Ἀχαιοὶ
φεύγοντες νῆάς τε καὶ Ἑλλήσποντον ἵκωνται.
κεῖθεν δ᾽ αὐτὸς ἐγὼ φράσομαι ἔργον τε ἔπος τε,
ὥς κε καὶ αὖτις Ἀχαιοὶ ἀναπνεύσωσι πόνοιο."

O 236-280. Auf diese Rede des Zeus, aus der ich was sich auf Poseidon bezieht weggelassen, ermuntert Apollon den Hektor. Die Griechen, bis dahin verfolgend, zagen beim Anblick Hektors. Dafs er trotz dem hemmenden Graben Wagen nachrücken läfst, scheint mir bedenklich, zumahl da sie nicht wieder erwähnt werden: ich bin daher geneigt die Verse 258-261 und 270 zu streichen.

Wenn ich nur aber wüfste was Thoas dann, da Hektor wieder erschienen ist, 281-305 für einen Rath giebt. ‘Das Volk wollen wir heifsen’ (*ἀνώξομεν,* nicht etwa lassen, *ἐάσομεν*) ‘zu den Schiffen fort gehen: wir Besten wollen Hektorn mit Speeren bestehn.’ Der Verfasser dieser Verse mufs die Vertheidiger sich an der Mauer gedacht haben, wo sie stehn bleiben wollen, während die Menge sich bei den Schiffen sammeln soll: dieses ganze Lied weifs aber nichts von der Mauer. Auch find ich nachher gar nicht dafs die Führer in der Nähe des Grabens bleiben, das Volk aber bei den Schiffen ist; aufser 344, aber in einem Abschnitte der mit unserm Liede in allen Umständen unvereinbar ist. Und warum thut Thoas weiter nichts? und eben so wenig Idomeneus und Meriones, die hier unter seinen Gefährten genannt werden. Ich kann dieses Stück nicht für einen Theil des Liedes halten das wir eben betrachten.

O 306-327. Die Troer dringen ein, Hektor voran und Apollon mit der Ägis. Wenn sie der Gott gegen die Achäer schüttelt, fliehen sie. Die Ankündigung dieses Wunders habe ich vorher aus einem andern Grunde in der Rede des Zeus 229 gestrichen. Viel schöner ist die prachtvolle Fiction bis hieher gespart.

Jetzo müssen nothwendig einzelne Kämpfe folgen: aber dafs in den nächsten nur Troer siegen, ist unrichtig, weil ja der Gott die Ägis auch still hielt (318) und sie nicht immer schüttelte. Das hieher passende und im Geist dieses Liedes gedichtete Verzeichnifs kommt erst

O 515. Es siegen wieder, wie Ξ 442, fünf Helden und wieder drei davon Griechen, Hektor Aias Polydamas Meges Menelaus. Da reizt Hektor seine Brüder, vor allen den Melanippos, Aias dagegen die Achäer. Sie umgeben die Schiffe mit ehernem Zaun, und Zeus erregt wider sie die Troer. Antilochus, aufser den fallenden der neunte griechische Held, von Menelaus ermahnt, tödtet den Melanippus, flieht aber vor Hektor.

ὣς φάτο Νεστορίδης, ἐπὶ δὲ Τρῶές τε καὶ Ἕκτωρ
ἠχῇ θεσπεσίῃ βέλεα στονόεντα χέοντο.

Mit diesen Versen (590) schliefsen wir, glaub ich, das zehnte Lied schicklicher als mit dem folgenden,

στῆ δὲ μεταστρεφθείς, ἐπεὶ ἵκετο ἔθνος ἑταίρων.

Es ist erreicht was die Aufgabe dieses Liedes war. Die drei Helden sind verwundet: Hektor hat den Ruhm die Achäer bis an die Schiffe zurück getrieben zu haben. Wer wollte von einem schon so ausgedehnten Liede noch die Erfüllung der Worte des Zeus verlangen, er werde selbst einen neuen Rath zur Erholung der Achäer aussinnen (O 234)? Zwar beziehen sich die nächst folgenden Verse darauf und verheifsen bestimmter 601 eine παλίωξις παρὰ νηῶν: ich hoffe aber gleichwohl nachher zu zeigen dafs diese Verse kein Theil des zehnten Liedes sind.

XX.

Nur müssen wir erst wieder sammeln was bei dem bisherigen Aufbau verschmäht worden ist: es sind zum Theil treffliche und umfangreiche Stücke.

Zuerst finden wir, was sich wohl als ein elftes Lied ansehen läfst, eine Teichomachie, die das zwölfte Buch füllt; da es hingegen unmöglich war beim zehnten Liede an eine Mauer zu denken.

Die ersten Verse des Gedichts sind bei der Zusammenfügung verloren gegangen, doch haben wir noch den eigentlichen Anfang in den Worten M 3

οὐδ᾽ ἄρ᾽ ἔμελλεν
τάφρος ἔτι σχήσειν Δαναῶν καὶ τεῖχος ὕπερθεν·

denn die Erzählung, wie nach dem troischen Kriege Poseidon und Apollon die Mauer zerstört haben, sieht wohl einer Einleitung ähnlich. Die Lage der Griechen ist nun die (35) dafs die Troer vor dem Graben und der Mauer stehn, und sie selbst auf das Schifflager beschränkt sind. Dies wird auch später einmahl Σ 76. 447 als ein dauernder Zustand dargestellt: im zehnten Liede war nichts dem ähnliches, auch nicht in den verworfenen Stücken. Die Griechen sind also innerhalb der Mauer, auf und bei den Thürmen; auch Aias der Telamonier M 265, der wo er in Λ zuletzt vorkam 595 sich von der Flucht zu seinen Freunden gerettet hatte. Hektor, heifst es M 40

recht im Ton einer Einleitung, stritt wie zuvor, gleich dem Sturmwind. Auf Polydamas Rath versuchen die Troer zu Fuſs in fünf Scharen die Mauer zu brechen und die Schiffe anzuzünden: Asios will zur linken Seite der Schiffe hinein fahren.

Hier aber ist eine Schwierigkeit. Den nun folgenden Kampf auf der linken Seite erkennt eine andre nachfolgende Erzählung an: Asios und alle die hier M 139. 140 links stehenden kämpfen auch dort links N 384. 506. 545. 560. Nun aber heiſst es hier M 118. 120, auf dieser linken Seite sei das Thor der Mauer gewesen: hingegen in N ist das Thor nicht links 675. 679, sondern in der Mitte der aufs Land gezogenen Schiffe 312. 681. Auch meint Polydamas nachher in unserem Liede M 223 Thor und Mauer müsse gebrochen werden: Asios fand es offen 121: woher weiſs Polydamas daſs es seitdem verschlossen ist 340. 454? Ich will grade nichts versichern: aber es ist wunderbar genug, daſs man hier alle die Verse ohne Schaden ausscheiden kann, in denen das Thor erwähnt wird oder die Lapithensöhne Leonteus und Polypötes hervor gehoben werden, wie sie erst innerhalb der Mauer die Ihrigen ermahnen und dann sich von Asios vor dem Thor finden lassen: 118 τῇπερ bis 124 ἔχε, 127-136. 141-153. 162-174. Soviel ist sicher daſs die Erzählung von Asios Unternehmen unvollständig ist. Die durchaus lächerlichen Verse 175-181, die von den Alten einstimmig verworfen wurden, sind offenbar an die Stelle der echten getreten, in denen Asios wich, nachdem er einen oder den andern Achäer getödtet hatte: denn so etwas muſste doch wohl hier erzählt werden.

Der zweite Versuch Sarpedons an einer andern Stelle der Mauer, beim Thurm des Menestheus, wohin Aias und Teukros zu Hilfe geholt werden, und wie endlich Hektor durch einen Steinwurf das Thor (an einem dritten Orte, nicht links?) öffnet, die Troer eindringen, und die Danaer zu den Schiffen fliehen, dies alles ist unbedenklich. Eine Kleinigkeit nur mag bemerkt werden, daſs der Vers 450

τόν οἱ ἐλαφρὸν ἔθηκε Κρόνου παῖς ἀγκυλομήτεω

nicht beschwerlich ist, wenn man nur das vorher gehende *οἷοι νῦν βροτοί εἰσι* streicht, das aus V. 383 gar armselig wiederholt ist.

Das aber ist ja nicht zu vergessen, daſs in diesem ganzen Liede sich nicht die leiseste Andeutung findet daſs den hier erzählten Begebenheiten

etwa unmittelbar eine Schlacht aufserhalb des achäischen Lagers voran gegangen sei. So hat man nicht nöthig die Worte zu nehmen, falls sie auch echt sein sollten, 118 *τῇπερ Ἀχαιοὶ ἐκ πεδίου νίσσοντο σὺν ἵπποισιν καὶ ὄχεσφιν*, sondern sie beschreiben nur das Thor durch welches die Achäer aus und ein zu gehn pflegten. Der Zustand der Einschliefsung gilt, wie gesagt, als ein dauernder. Ob die Verwundung der drei Helden als schon geschehen gedacht wird, läfst sich hier nicht entscheiden, da von namhaften Griechen überhaupt nur die Aias Teukros Menestheus und die beiden Lapithensöhne vorkommen, und noch nicht handelnd 117 Idomeneus. Erst ganz spät, beim sechzehnten Liede (XXX), wird es wahrscheinlich werden dafs die voraus gesetzte Einschliefsung der Achäer mit den Verwundungen der drei Helden zusammen hieng. Ein bestimmtes Versprechen des Sieges, das Zeus Hektorn gegeben hat, wird von diesem ausdrücklich erwähnt 236: ob aber das auf welches Asios in den vorhin bestrittenen Versen 164 ff. deutet dasselbe sein soll, und ob darin eine Beziehung auf das Versprechen des Zeus in Λ 191 liegen kann, wird wohl so leicht niemand sagen.

XXI.

Von ganz anderm Charakter, weit reicher in Darstellung und Inhalt, ist das zwölfte Lied, die Schlacht bei den Schiffen, im dreizehnten Buche; das allerdings auch eine Teichomachie voraus setzt, aber nicht ganz die uns erhaltene.

Gestern haben die Achäer Unglück gehabt N 745. Die Götter sind im Olymp, durch den Rath des Zeus vom Krieg abgehalten, 521-525. Zeus sah bisher dem Streite zu 7: er hat Hektorn erregt 154 und ihn mit den Troern den Schiffen nahe gebracht 1, so dafs Hektor nun leicht bis ans Meer zu kommen gedenkt 143. Sie haben in Masse die Mauer überstiegen 50. 87. 737, nachdem Hektor das Thor erbrochen hatte 124 und in Thor und Mauer gesprungen war 679, und zwar da wo die Mauer am niedrigsten war 683, in der Mitte des Halbkreifses der auf dem Lande aufgestellten Schiffe 312, bei den Schiffen des Aias und des Protesilaus 681. Die Wagen haben sie am Graben gelassen 536. Die Griechen sind theils im Fliehen 56, theils haben sie sich zu den Schiffen zurück gezogen 84.

Jetzt wendet Zeus (damit hebt das Lied an) sein Auge von den Kämpfenden: 'denn er dachte nicht dafs einer der Götter den Troern oder den Danaern helfen würde.' Wie er das hoffen konnte, ist im Zusammenhange der Ilias bedenklich genug: aber im Anfange eines Liedes kann uns der Dichter mit Recht zumuten als begründet voraus zu setzen was sich hier nicht gründlich ausführen liefs, mochte es nun würklich ein anderer Dichter schon gethan haben oder auch nicht. Jeden auftauchenden Zweifel unterdrückt die prachtvolle Beschreibung von Poseidons Fahrt über das Meer.

Freilich kann aber nach diesem herlichen Auftreten des Gottes nicht wohl in demselben Liede 345-360 die Anmerkung nachgetragen werden, Zeus habe dem Achill und der Thetis zu Liebe den Troern auf einige Zeit Sieg gewährt, Poseidon aber die Argeier heimlich zum Kampf ermutigt, *λάθρῃ ὑπεξαναδὺς πολιῆς ἁλός·* sondern diese Anmerkung mufs anderswo hin gehören, zumahl da übrigens alles in diesem Liede auf das schönste und strengste zusammen hängt.

Der Kampf ist auf zwei verschiedenen Punkten. Poseidon geht zuerst an den einen, in der Mitte der Schiffreihe; wo er die beiden Aias antreibt gegen Hektorn zu streiten 46, dann, von denen die sich zurück gezogen hatten, den Teukros und den Leïtos 91. In der Teichomachie waren Aias der ältere und Teukros zusammen zum Thurm des Menestheus gegangen und stritten dort, Oileus Sohn aber war geblieben wo er stand M 331. 365. 400: sie müfsten also seitdem ihre Stellung verändert haben. Auch haben wir dort nicht gefunden dafs, wie es hier 84 heifst, bei Stürmung der Mauer sich einige weiter zu den Schiffen zurück begaben.

Aufser beiden Aias und Teukros nebst den Lokrern N 686. 721 sind in der Mitte die Böoten 685. 700, von denen Leïtos 91 genannt wird, die Athener 685. 689 unter Menestheus Stichios Pheidas und Bias 195. 690, die Epeer unter Meges Amphion und Drakios 691 (den Amphimachos verlieren sie 185), endlich die Phthier unter Medon und Podarkes 693. Aber die zwei Verse 92 f.

> *Πηνέλεών θ' ἥρωα Θόαντά τε Δηΐπυρόν τε*
> *Μηριόνην τε καὶ Ἀντίλοχον, μήστωρας ἀϋτῆς,*

können unmöglich echt sein, weil aufser Peneleos keiner der Helden hieher, in die Mitte, pafst. Thoas nicht, als ein Ätoler; wie denn auch Poseidon nachher 216 seine Stimme annimmt, indem er zu den andern, auf der linken

Seite, geht. Eben da streitet und fällt auch Deïpyros 478. 576. Der ganze Vers von Meriones und Antilochos wiederholt sich dort 479. Zwar von Meriones kann man sagen, er geht erst mit Idomeneus auf jene Seite 326. 329. Aber vorher hat er sein Speer auf Deiphobos zerbrochen 258, und Deiphobos ist ebenfalls auf der linken Seite 402. Nur will es sich wieder nicht fügen dafs 156-169 in Hektors Nähe, der ja in der Mitte war, das Speer des Meriones auf des Deiphobos Schilde brechen soll. Ich halte daher diese Erzählung 156-169 für einen unechten Zusatz: der Dichter hatte die Sache, die sich auf der linken Seite begab, nur angedeutet 258; wie auch 211 von dem ungenannten Freunde des Idomeneus nicht erzählt wird wie und wo er verwundet sei.

Von den Gegnern der Aias und ihrer Umgebung, also in der Mitte, wird bis V. 205 nur Hektor genannt, nachher 725 Polydamas und 790 Kebriones, die drei Anführer der ersten Schar in der Teichomachie M 88. Die übrigen die unser Lied N 791. 792 aufzählt, fehlen in der Teichomachie. Hingegen die fünfte Schar, Sarpedon und die Bundesgenossen M 101, die dort beim Thurm des Menestheus 332. 373 eine Brustwehr brachen 397 und nicht zu vertreiben waren 419, die sind hier wie vergessen; aufser dafs Hektor einmahl N 150 Troer und Lykier anredet und nachher 755 durch Troer und Bundesgenossen fliegt. Aber die ausführliche Erzählung von Sarpedon wird hier nicht anerkannt; er müfste denn auf der rechten Seite (308) gedacht werden, und die Verse 149-155 wären mit den folgenden eingeschoben.

Nach zwei Kämpfen, in denen Teukros den Imbrios und Hektor den Amphimachos erlegt 205, geht Poseidon zu den Zelten, wo er den Idomeneus findet, welcher darauf mit Meriones beschliefst weder auf die rechte Seite des Lagers zu gehn 308, noch in die Mitte wo Hektorn die beiden Aias und Teukros genug abwehren 312, sondern auf die linke Seite wo Hilfe am meisten nöthig sei 309. 326. Der Streit hier ist der Hauptgegenstand des Liedes 330-344. 361-678: die Gefechte der einzelnen Paare sind kunstreich an einander geknüpft. Poseidon bleibt ermahnend helfend und schützend auf beiden Seiten der Schlacht würksam 239. 434. 554. 563. 677.

Hier erscheinen nun alle die Troer wieder, die im elften Liede links standen. Asios, hier N 385. 400 jener Darstellung M 112 gemäfs vor seinen Rossen stehend; da hingegen die andern, wie Polydamas M 76 rieth, ihre Wagen hinter der Schlacht liefsen N 536. In Asios Umgebung Önomaos

Thoon Akamas M 140 N 506. 545. 560 und die zwei andern Führer der dritten Schar M 94 Deiphobos N 402 und Helenos N 576. Ferner die Führer der zweiten Schar M 93 Alkathoos N 428 Paris Agenor N 490. 598. 660. Von der vierten M 98 Äneas N 459. Gleichwohl ist die Übereinstimmung auch hier keineswegs vollständig. Nicht nur werden hier drei mehr genannt, die aber fallen, Othryoneus N 363 Pisander 601 und Harpalion 643, dessen Leiche sein Vater Pylämenes folgt 658, den im fünften Liede E 576 Menelaus tödtete. Von der vierten Schar M 98 fehlen im zwölften Liede Archelochos und Akamas Antenors Söhne: beide fanden wir im zehnten, Archelochos fiel vor Aias Ξ 463, Akamas entgieng dem Peneleos Ξ 488. Von den Griechen die auf dieser Seite handeln und das Leben verlieren, kam keiner thätig im elften Liede vor, Askalaphos Aphareus Deipyros Euchenor, eben so wenig die sich entfernen, Hypsenor Mekisteus Alastor, noch auch die vier bedeutendsten, Idomeneus Meriones Antilochus Menelaus, deren Kampf gegen die übrig bleibenden Troer, Äneas Paris und Agenor, 673 unterbrochen und in keinem späteren Stücke fortgesetzt wird. Hektor holt sich den Paris auf den anderen Punkt, und hier wird ein Kampf zwischen Hektor und Aias vorbereitet, dessen Darstellung aber der Dichter wohl nicht für dies Lied bestimmt hat. Der drei im zehnten Liede verwundeten griechischen Helden geschieht nirgend Erwähnung.

XXII.

Das dreizehnte Lied, zu dem wir uns jetzo wenden, führt uns ganz in den Kreifs der Götter. Den Charakter dieses Liedes zu erkennen mag mir wohl eine Bemerkung von Hermann (*opusc.* V, p. 67) geholfen haben: die rechte Dankbarkeit ist dafs man den anregenden Gedanken bei sich lebendig erhält und ihn zur Flamme entwickelt. Die Wendungen der Schlacht oder die einzelnen Kämpfe zu beschreiben behagt dem Dichter wenig: ihm gefällt es das persönliche und sichtbare Auftreten der Götter zu schildern; so dafs ihm zum Beispiel, da Poseidon die Achäer führt, das Meer die Schiffe und Zelte bespülen mufs Ξ 392. Die Götter haben bei ihm etwas Riesenhaftes. Here beim Eide mufs mit der einen Hand die Erde und mit der andern das Meer fassen Ξ 272. Zeus schleudert die Götter im Saal umher und hält sie durch seiner Hände Kraft in Furcht Ξ 257 O 117. 136. 181. 224. Wie-

derholt kommt die Geschichte des Herakles vor Ξ 250 O 18, und die Unterirdischen um Kronos Ξ 274 O 225, und das Verhältnifs des Zeus zu seinen Brüdern N 345. 355 O 187.

Nachdem der Umfang des Liedes von der Schlacht bei den Schiffen genau erkannt worden ist, darf man es nur sagen, so wird jeder Leser von gebildetem Gefühl selbst sehen dafs die Verse N 345-360 einen Anfang bilden, an den sich schicklich Ξ 153 anschliefst. 'Zeus, auf dem Ida sitzend, wollte den Troern Sieg verleihen, um Thetis und ihren Sohn zu ehren, nicht aber um die Achäer im ilischen Kriege ganz zu verderben. Poseidon durcheilte das achäische Heer und unterstützte sie heimlich in Menschengestalt. Beide sah Here vom Olymp, und fafste ihren Plan den Zeus zu betriegen.' Nachdem dies gelungen ist, rücken Hektor und Poseidon mit den Heeren gegen einander. Die Scene ist bei den Schiffen innerhalb des Grabens: eine Mauer ist für dies Lied nicht vorhanden.

Mit der Schlacht aber und mit dem wenig passend voraus gestellten Namen des Aias (XIX) kommen wir Ξ 402 an einen Theil des zehnten Liedes, an Hektors Betäubung. Dieser Abschnitt ist auch für das dreizehnte Lied wesentlich, und es läfst sich wohl denken dafs der Dichter desselben hier aus dem älteren die Verse Ξ 402-441 benutzt hat: oder wenn er etwas seinem Zusammenhange Gemäfseres gedichtet hatte, so haben die Anordner der Ilias die bessere Darstellung mit Recht vorgezogen.

Die folgenden einzelnen Gefechte hat aber der Dichter in sein Lied gewifs nicht aufgenommen: denn Ξ 508, wo uns das zehnte Lied ausgieng, haben wir seine Fortsetzung,

> ἔσπετε νῦν μοι, μοῦσαι Ὀλύμπια δώματ᾽ ἔχουσαι,
> ὅστις δὴ πρῶτος βροτόεντ᾽ ἀνδράγρι᾽ Ἀχαιῶν
> ἤρατ᾽, ἐπεί ῥ᾽ ἔκλινε μάχην κλυτὸς ἐννοσίγαιος.

Darauf läfst er ein kurzes Verzeichnifs folgen, in dem die siegenden Achäer und die getödteten Troer zwar einiger Mafsen mit dem zwölften Liede überein stimmen, aber doch durchaus nicht genau: denn Idomeneus Menestheus Meges Leitos und andere fehlen hier, und Hippotion fällt Ξ 514, da dort N 792 nur Hippotions Sohn vorkam.

Nun sind die Troer zurück geschlagen und flüchten zu ihren am Graben gelassenen Wagen. Nach den vier Versen O 1-4, die uns dies erzählen,

ist das ganze funfzehnte Buch sehr unschicklich παλίωξις überschrieben: denn es ändert sich sogleich alles. Der Dichter, der nicht gern bei den Menschen verweilt, läfst den Zeus erwachen: Here mufs Iris und Apollon zu ihm senden, Iris den Poseidon zur Ruhe verweisen O 4-219. Dabei kommt 110 eine Beziehung auf etwas vor, das uns im zwölften Liede N 518 erzählt wird, auf den Tod des Askalaphos, des Sohns des Ares. Was dann Zeus dem Apollon befiehlt, das nahm der Dichter aus dem zehnten Liede O 220. 221. 232-235. Eine Beziehung auf Poseidon und die Ankündigung der Würksamkeit der Ägis ward eingeschaltet 222-231: übrigens konnte von dem zehnten Liede so viel als den Zuhörern lieb war hinzu gesungen werden.

Was aber hier in den Worten des Zeus folgt, 232 Hektor solle siegen bis die Achäer zu den Schiffen und an das Meer fliehen, dann wolle er selbst etwas zur Erholung der Achäer ersinnen, das hat der Dichter des dreizehnten Liedes sich in einer Ausführung gedacht die unserer Ilias ganz und gar widerstreitet. Zeus sagt O 62, Hektor solle die Achäer vom Graben zurück treiben, dafs sie sich in die Schiffe des Achilles stürzen. Also ganz was im achten Liede I 650 Achilles abwarten will, dafs Hektor zu den Schiffen der Myrmidonen komme und sie anzünde. Aber wenn er dann um sein Zelt und Schiff mit Hektor streiten will, so heifst es statt dessen hier O 64 'Dann,' also wenn die Griechen sich in die Schiffe des Achilles flüchten, 'wird er seinen Freund Patroklus aufstehen heifsen. Den wird, nachdem er aufser vielen andern den Sarpedon erlegt hat, Hektor vor Ilios tödten.' Zu verstehn Und die Achäer zu den Schiffen zurück drängen. Hierauf folgt erst der neue Rath des Zeus, 'Alsdann, wenn Patroklus gerochen ist, will ich ein gänzliches und dauerndes Zurückschlagen (παλίωξις) der Troer von den Schiffen verhängen, bis die Achäer das hohe Ilion erobern durch Rath der Athene.' Wenn alles dies nicht gegen den ferneren Verlauf der Ilias stritte, so hätten die Alexandriner wohl ihre zum Theil recht schwachen Verdachtsgründe überwunden, und auch für das anstöfsigste, Ἴλιον αἰπὺ ἕλοιεν, Rath geschafft, wofür allerdings ja eine Lesart Ἴλιον ἐκπέρσωσιν angemerkt ist, wenn sie auch immerhin nicht richtig dem Aristarch zugeschrieben wird, der hier nicht den guten Willen hatte zu helfen (Lehrs *Aristarch.* p. 375). Aber meinetwegen mögen die zweiundzwanzig Verse nicht vom Dichter des dreizehnten Liedes sein: es mufs doch jeder zugeben dafs sie kein halb vernünftiger Mensch hat in die fertige Ilias setzen können; wohl

aber in ein einzelnes Lied, das einen andern Fortgang der Begebenheiten nicht ausschlofs, mochte dieser nun würklich von andern so dargestellt sein oder nur in der Fantasie des Dichters liegen.

Mit bei weitem mehr Schein hielt Aristarch das Verzeichnifs der Griechenfreunde unter den Göttern in den Versen O 212-217 für entlehnt aus der Theomachie Υ 33-36, weil dem Hermes und dem Hephästos für sich an dem Untergange von Troja nichts gelegen habe. Allein wer steht uns dafür dafs ein Dichter der so viel mit Göttern kramte, nicht seine Gründe hatte auch diese Götter sich bei der Zerstörung der Stadt thätig zu denken?

XXIII.

Wir haben nunmehr von A bis O 590 vier ihrem Geiste nach höchst verschiedene Lieder von gröfserem oder geringerem Umfange nachgewiesen. Ich bin weit entfernt die Verschiedenheit dieser Lieder als einen Beweis der Richtigkeit meiner Ansicht von der Zusammenfügung der Ilias zu brauchen: vielmehr sollen sie mir als Probe dienen, ob meine Beurtheiler werth sind gehört zu werden. Wen die Verschiedenheit unerheblich dünkt, wer sie nicht auf die erste Erinnerung sogleich selbst heraus fühlen kann, wem diese vier Atome (denn ich soll ja ein Atomist sein), vier Atome von zusammen mehr als zweitausend vierhundert Versen, in ihrer jetzigen Anordnung und Verbindung als wohlgestalte Theile eines künstlich gegliederten Epos erscheinen, wer nicht begreift wie die Sage sich vor mit und durch Lieder bildet, der thut am besten sich um meine Untersuchungen eben so wenig zu bekümmern als um epische Poesie, weil er zu schwach ist etwas davon zu verstehen.

Wenn ich nun aber dies mit wohl gegründeter Überzeugung sage, so wird mir darum niemand die Meinung zutrauen, dafs die Ilias gradezu aus den ursprünglichen Liedern mit geringen Zusätzen zusammen gefügt worden sei, dafs man die Lieder nur eben glatt von einander schneiden und so das ganze Verfahren anschaulich machen könnte. Denn man sieht ja wohl dafs ich mit aller Mühe lange nicht immer vollständige Lieder zusammen bringe, wenn ich auch noch Versetzungen ihrer Theile und mehreren gemeinschaftliche Stücke annehme. Und aufserdem würde jene Meinung die hochmütige Ungereimtheit enthalten, dafs Aristarch und noch mancher unter den Alten

wie unter den Neueren, auch Wolf nicht ausgenommen, das Augenscheinliche nicht gesehn hätten. Sie würden mir wahrlich nichts mehr zu finden übrig gelassen haben, wenn nicht überall in die Lieder kleinere Füllstücke eingesetzt wären, die gewöhnlich den trügerischen Schein eines Zusammenhanges bringen, mögen sie nun, was wohl nicht immer zu entscheiden ist, der Verknüpfung wegen hinzu gedichtet oder vereinzelte Bruchstücke anderer Darstellungen sein. Dergleichen treten uns denn auch hier mehrere in den Weg, und ich will mit den schlechtesten anfangen, die weiter nichts als das Bestreben zeigen an vergessene Helden zu erinnern.

XXIV.

Ξ 27-152. 'Dem Nestor aber,' den wir in den vier Liedern nicht erwähnt gefunden haben, 'begegneten die Könige, soviel ihrer (ὅσσοι) verwundet waren, Agamemnon Diomedes Odysseus, die von den Schiffen kamen, von denen die vordersten tief in die Ebene hinein an der Mauer standen.' Nestor, der, offenbar zu Fuſs, aus der Schlacht kommt 43, wahrscheinlich auch verwundet (denn 62. 63. 128 rechnet er sich zu den Verwundeten), sagt ihnen 55 die Mauer sei gestürzt (welches doch erst O 361 geschieht), es werde jetzt bei den Schiffen gestritten. Agamemnon räth zu schleuniger Flucht aufs Meer, Odysseus tadelt ihn, Diomedes rühmt sich. Auf Nestors Rath gehn sie die Ihrigen zu ermahnen, Agamemnon voran.

οὐδ' ἀλαοσκοπιὴν εἶχε κλυτὸς ἐννοσίγαιος·

der Gott erspähet die öffentlich gehenden von seiner Partei, und geht in der Gestalt eines alten Mannes zu ihnen. Nach einer Rede 142, die einer folgenden 368 nachgeahmt ist und diese überbieten soll, schreit der alte Mann, gleich dem verwundeten Ares E 860, wie neuntausend oder zehntausend Krieger, und giebt den Achäern Kraft ins Herz.

Ξ 370-388. Dann mitten in der Schlacht knüpft Poseidon an die eben beiläufig erwähnte Rede den wunderlichen Rath, sie sollen die besten Schilde Helme und Speere nehmen. Dieser Rath, sagten die *παλαιοὶ* des Eustathius (p. 992, 34), beziehe sich nur auf die wenigen Zurückgewichenen, die unthätig standen. Aber antreiben wollten die Könige in dem ersten Stücke Ξ 131 die welche nicht stritten: und daran hätten sie besser gethan.

Das Nächste, 'der Tapfere der einen kleinen Schild hat, gebe ihn einem schlechteren Manne und nehme den gröfseren,' ward als ganz lächerlich von Aristarch und schon von Zenodotus verworfen. Die drei verwundeten Könige (denn Nestor ist hier vergessen) führen die Vertauschung der Waffen so aus dafs die Besten die besten bekommen. Poseidon schreitet, wie sonst niemahls, mit einem blitzgleichen Schwerte voran.

O 367-380. Ein drittes Stück. Nachdem das Vorhergehende mit ὥς geendet hat,

ὥς ῥα σύ, ἤϊε Φοῖβε, πολὺν κάματον καὶ ὀϊζὺν
σύγχεας Ἀργείων, αὐτοῖσι δὲ φύζαν ἐνῶρσας,

'Also flohen sie,' wird wieder mit ὥς angehoben, 'Also standen sie,'

ὣς οἱ μὲν παρὰ νηυσὶν ἐρητύοντο μένοντες.

Sie beten, und Nestor vor allen. Zeus donnert auf Nestors Gebet. Als die Troer den Donner hören, stürzen sie sich auf die Achäer.

O 658-667. Ein viertes gleichartiges Stück, schon aufser dem Kreifse unsrer vier Lieder, bringt wiederum eine Ermahnung Nestors, der aber dann samt den drei Verwundeten völlig verschwindet.

Ich denke, wer diese vier Stücke mit Bedacht liest ohne sich gleich durch die bessern Umgebungen fortreifsen zu lassen, der wird mit so schlechter Poesie nichts wollen zu thun haben, und auch nicht wissen mögen woher sie kommt.

XXV.

Ganz anders steht es mit einigen anderen Stücken, die ein sinnreiches Beiwerk zu einer Teichomachie und eine vierte Schlacht bei den Schiffen enthalten, uns aber nicht vollständig überliefert sind.

Λ 497-520. Gleich der Anfang fehlt offenbar, wenn auch die ersten der erhaltenen Verse ungefähr so lauteten wie Hermann meint,

Ἕκτωρ μέν ῥα μάχης ἐπ' ἀριστερὰ μάρνατο πάσης,
ὄχθας πὰρ ποταμοῖο Σκαμάνδρου, τῇ ῥα μάλιστα
ἀνδρῶν πῖπτε κάρηνα, βοὴ δ' ἄσβεστος ὀρώρει·

denn das τῇ ῥα μάλιστα setzt bei dem Zuhörer schon eine Kenntnifs von der

ganzen Scene der Schlacht voraus. Sie ist noch nicht an der Mauer: denn am heftigsten soll sie hier am Skamander sein. Aber daſs hier die linke Seite der Schlacht genannt wird, stimmt doch damit überein daſs in den Darstellungen der Schlacht bei der Mauer und bei den Schiffen, sowohl im elften als im zwölften Liede, die linke Seite und die Mitte einander entgegen gesetzt werden. Diese Übereinstimmung in der Scene der Sage macht wahrscheinlich daſs auch hier etwas Ähnliches folgen werde. Unser Abschnitt beschreibt die Verwundung Machaons, den Nestor auf seinem Wagen zu den Schiffen führt.

Λ 558-848. Nun muſs wohl der Rückzug des Aias erzählt worden sein: denn an einer im jetzigen Zusammenhang unpassenden Stelle (XVIII) ist uns noch das Gleichniſs vom Esel erhalten. — Ich möchte nämlich nicht gern sagen, die beiden Gleichnisse vom Löwen und vom Esel seien zur beliebigen Auswahl für die Rhapsoden zusammen gestellt worden, weil in der Ilias, die ja ἐξ ὑπολήψεως ἐφεξῆς sollte gesungen werden, allzu wenig ist was man so ansehen kann. Ich gebe einige solcher Variationen zu, wie sie Hermann gezeigt hat, B 459-468 = 469-473, B 474-479 = 480-483, B 780-785 = Γ 10-14, Γ 1-9 = Δ 422-445: aber sie sind auf der Grenze des zweiten und fünften Liedes, und werden unter beide zu vertheilen sein. Das Gleichniſs B 144-146, das sich ausscheiden läſst, scheint mir ein üppiger Erguſs der poetischen Lust, etwa zugleich mit dem vorher gehenden 143. Vers (V) entstanden. — Dem Aias, der bald steht bald fliehet, kommt Eurypylos zu Hilfe, wird aber, wie vorher Machaon, von Paris Pfeil getroffen. Indem ihn die Freunde schützen, kommt ihnen Aias entgegen und wendet sich gegen die Feinde. Hier erwartet man daſs Aias etwas thue: statt dessen folgt der offenbar an die Stelle der mangelnden Erzählung gesetzte Vers 596

ὣς οἱ μὲν μάρναντο δέμας πυρὸς αἰθομένοιο.

Dann wie Achill den Patroklus abschickt nach dem Verwundeten auf Nestors Wagen sich zu erkundigen. Daſs in Nestors Zelt für Machaons Wunde nicht gesorgt wird, kann ich wiederum nur für mangelhafte Überlieferung halten, da in eben diesem Stücke nicht nur Achill und Patroklus nach dem Verwundeten fragen 612. 650 und Nestor davon spricht 664, sondern auch Eurypylus von seiner Verwundung weiſs 835. In der Rede Nestors ist die Erzählung 665-762, wie Hermann zuerst bemerkt hat, nicht in homerischem

Stil und darf wohl ohne Bedenken für einen Zusatz gehalten werden. Patroklus, der dem verwundeten Eurypylus begegnet, führt ihn, obgleich zu dem ungeduldigen Achill zurück eilend, ins Zelt und sorgt für ihn.

Wenn wir nun der Spur der bisher erwähnten Personen folgen, so finden wir Ξ 1-26 Nestorn, wie er den Machaon im Zelt zurück läfst und gerüstet hinaus tritt. Da sieht er die Achäer von den Troern gejagt, die Mauer ist gestürzt. Er zweifelt ob er in die Schlacht gehen soll oder (Gott weifs zu welchem Zwecke) zu Agamemnon. Dies scheint ihm besser: jene setzen den Streit fort. — Aber hier sind wir auf einer unrechten Spur: denn es wird sich bald zeigen dafs auch nach den Bruchstücken an denen wir jetzo stehen, die Mauer noch nicht gestürzt ist. Wir wollen also dies schlechte Stück lieber zu den vorher (XXIV) durchgegangenen vieren zählen, unnützen Episoden von schwacher Erfindung. Übrigens ist schwer zu sagen was nach der Absicht des Dichters auf diese Verse folgen sollte. Hatten sie nur den Zweck auf das jetzo folgende vorzubereiten, wo dem Nestor die drei Verwundeten begegnen, so mochte freilich der übrige Zusammenhang den Widerspruch, dafs Nestor dort nicht aus seinem Zelte sondern aus der Schlacht kommt, weniger fühlbar machen: aber die Begegnung durch Nestors unveranlafsten Entschlufs zu Agamemnon zu gehn vorbereiten konnte nur ein sehr ungeschickter Dichter.

Suchen wir uns, indem wir dies Stück verwerfen, vielmehr ein Bild zu machen, wie bei den uns erzählten Nebenumständen die Schlacht sich müsse verhalten haben, wie sie der Dichter darstellte oder vielleicht auch zum Theil voraus setzte. Zuerst ein Kampf auf dem Felde, in dem Agamemnon Diomedes und Odysseus verwundet sind (Λ 660. 661); und zu gleicher Zeit ein anderer Kampf links am Skamander, wo gegen Hektor und Paris Machaon Idomeneus Nestor standen. Machaons Verwundung. Aias flieht von dem ersten Standpunkte der Schlacht zum zweiten. Eurypylos tödtet eben daselbst den Apisaon und wird verwundet. Hektor mufs, da wo wir Λ 596 eine Lücke vermuteten, in die Nähe gekommen und von Aias auf eine Zeit unthätig gemacht, dann aber von Apollon wieder in den Streit gebracht worden sein. Patroklus abgesandt, in Nestors Zelt, und mit Eurypylos.

O 281-305. Nun führt uns das nächste Stück das wir noch frei haben, den Rath des Thoas vor, das Volk soll sich bei den Schiffen sammeln,

die Besten sollen da wo sie sind, das heifst noch aufserhalb der Mauer, bleiben und dem neu erstandenen Hektor sich widersetzen. Daran schliefst sich wohl unmittelbar

O 328-366. 'Nun schlug ein Mann den andern, beim zerstreuten Rückzuge (*κεδασθείσης ὑσμίνης*).' Hektor Äneas Polydamas Polites Agenor Paris tödten jeder einen oder zwei, während die Achäer zum Graben fliehen und hinter die Mauer gehn 345. Die Troer kommen zu Wagen heran: Apollon mit der Ägis vor ihnen ebnet den Weg, indem er die Mauer stürzt.

Den Apollon mit der Ägis, diesen Theil der Sage, fanden wir auch im zehnten Liede, das aber von der Mauer nichts weifs. Die Wagen schienen dort nicht zu passen (XIX), und eben so wenig in das dreizehnte, wenn der Dichter desselben etwa die Verse des zehnten aufnahm (XXII). Hingegen, mag der Dichter dessen Poesie wir jetzt eben betrachten, bei Hektors Wiedererscheinen die Darstellung im zehnten Liede benutzt haben oder mag seine eigene uns verloren sein, die vorher verworfenen Verse O 258-261 und 270, in denen Hektor die Streiter zu Wagen nachrücken läfst, sind in seinem Sinne. Nach dem elften und zwölften Liede (XXI) liefsen die Troer, aufser Asios, ihre Wagen am Graben stehn: aber da ward auch nicht, wie hier, die Mauer zerstört, ja nach dem elften M 12 stand sie bis nach der Eroberung von Troja: es war nur eine Brustwehr gebrochen, das Thor gesprengt, und die Mauer ward überstiegen.

O 381-514. Ganz anders hier, wo die Troer zu Wagen ohne weiteres durch die geebnete Mauer gehn, *κατὰ τεῖχος* 384, und die Griechen sich von den auf das Land gezogenen Schiffen herab vertheidigen. — Patroklus, zu dem hier das Lied zurück kehrt, hat indessen, so lange die Schlacht an der Mauer aufserhalb der Schiffe war, bei Eurypylos gesessen, keineswegs aber unsere Teichomachie in M abgewartet, und unsere Schlacht bei den Schiffen in N, und den Schlaf des Zeus in Ξ, sondern nur Hektors Ohnmacht und sein neues Auftreten. Sobald er merkt dafs die Troer auf die Mauer dringen, eilt er zu Achilles, um ihn zum Kampf zu reizen O 402. Es ist natürlich und schön dafs seine frühere Absicht, dem Achill die ermahnende Botschaft von Nestor zu bringen Λ 839, sich so gesteigert hat: das aber ist wenig wahrscheinlich, dafs Nestor Λ 794-803 auch schon gesagt haben soll, Achill möge wenigstens statt seiner den Patroklus senden. Gewifs sind diese Verse nur aus der Patroklie Π 36-45 herauf genommen, wie auch

vielleicht Zenodot meinte (*schol. A* Λ 794). Aristarch verwarf nur die beiden letzten, ohne rechten Grund; dagegen ich ihm und Aristophanes gern beistimme, wenn sie das Geschwätz des Nestor Λ 767-785 tilgten, in welchem die Anrede des Peleus an seinen Sohn müssig erwähnt wird, wenn Achill nicht dadurch sondern nur durch den Zuspruch des Patroklus soll ermahnt werden. — Nach dem Abgange des Patroklus wird die Beschreibung der Schlacht fortgesetzt, die im Ganzen noch unentschieden bleibt. Ein Hauptpunkt ist bei den Schiffen des älteren Aias, so nah dafs Teukros, da ihm die Senne des Bogens reifst, ins Zelt gehen und sich rüsten kann. Die Troer sind noch immer zu Wagen. Eins von den Schiffen des Aias, bei dem Hektor kämpft, soll schon verbrannt werden: doch Aias erschlägt den der die Fackel bringt. Ob mit den Ermahnungen Hektors und des Aias das Lied endigte, läfst sich nicht entscheiden: Bruchstücke eines besonderen Liedes aber können wir diese so sehr eigenthümlichen Abschnitte wohl nennen. Es mag also das vierzehnte heifsen, weil sich in kunstmäfsiger Untersuchung seine Besonderheit erst nach den übrigen zeigen liefs.

XXVI.

Ich kann der Geduld derer die an diesen Untersuchungen theilgenommen haben zum Trost sagen dafs das Schwierigste überwunden ist. Wir werden nicht mehr die Noth haben die einzelnen Theile der vielleicht nicht einmahl ganz erhaltenen oder ältere Poesie sich aneignenden Lieder von verschiedenen Orten her zusammen zu lesen.

Bei dem zunächst folgenden funfzehnten Liede, der Patroklie, kann man nicht zweifeln dafs es von O 592 wenigstens bis an den Schlufs des folgenden Buches reiche: ob noch weiter, wollen wir dann untersuchen, indem wir uns zunächst innerhalb jener Grenzen halten.

Das Lied hebt mit einem besonderen Eingang an, in welchem als Rathschlufs des Zeus angegeben wird, er habe Hektorn den Sieg geben wollen, damit er die Schiffe anzündete und so die Bitte der Thetis ganz erfüllte: dann habe er eine *παλίωξις παρὰ νηῶν* wollen erfolgen lassen, welche nachher Π 654 bestimmter auf Patroklus bezogen wird, der die Troer zu ihrer Stadt zurück treiben solle. Ob der Dichter des zehnten Liedes seinen ähnlichen Rathschlufs des Zeus O 234 eben so gemeint hatte, läfst sich nicht sagen.

Der des dreizehnten setzte wenigstens noch dazu voraus O 63 dafs die Griechen sich in die Schiffe Achills stürzen würden (XXIV). In einem Zusatze zum vierzehnten fragte Nestor Λ 666 ob Achill warten wolle bis die Schiffe angezündet wären; offenbar ohne zu wissen dafs er selbst im achten I 654 gedrohet hat nicht eher zu streiten als bis seine Schiffe brennten. In unserem Liede ist ihms genug dafs ein anderes Schiff zu brennen anfängt: er will nicht dafs die Troer die Schiffe nehmen Π 128, und hofft, durch die Hilfe die er den Achäern an Patroklus sendet, die Rückgabe der Briseis samt Geschenken zu erlangen Π 85. Dafs aber die Bitte der Thetis auf das Anzünden der Schiffe gieng (oder ist das nur das Ziel welches Zeus sich gesetzt hat?), haben wir bisher nicht erfahren. In der Fortsetzung des ersten Liedes wünscht Achill A 409 dafs die Achäer in die Schiffe gedrängt und getödtet werden, und Thetis bittet A 509, so lange mögen die Achäer besiegt werden bis sie ihren Sohn ehren. Wo sonst die Bitte der Thetis vorkam, stand nichts Bestimmtes Θ 372 O 77 Σ 350. Eben so wenig ward sonst gesagt dafs Achill um Verderben der Achäer zu Zeus gebetet habe, wie hier in einem Verse Π 237, der zwar mit zwei ihn umgebenden auch A 454 zu finden ist, aber doch wohl den Obelos ohne Grund trägt, zumahl da das Gebet zu Zeus auch Σ 75 vorkommt, wo angemerkt ist *κατὰ τὸ λεληθός*.

Zeus wird in diesem Liede zuschauend Π 644, aber nicht bestimmt auf dem Ida sitzend, dargestellt: denn Π 677, wo es so scheint, werde ich nachher (XXVII) bestreiten. Dafs also Zeus dem Hektor *ἀπ᾽ αἰθέρος* hilft, dies wenigstens ist kein Grund gegen die freilich bedenklichen Verse O 610-614. Nirgend kommt vor dafs die Götter gehindert sind theilzunehmen. Athene entfernt das Dunkel O 668, und Apollon ist unter den Streitenden Π 715. 726. 729. 788. Freilich Apollon vom Ida gehend Π 677 und sich auf die troische Mauer stellend 700 und Here von Zeus angeredet Π 432 kommen in zweifelhaften Stellen vor. Achill warnt den Patroklus vor Göttern die ihm leicht in den Weg treten könnten, namentlich Apollon, der die Troer sehr liebe Π 94. Unmittelbar darauf kann er doch wohl nicht gut den Apollon anrufen, in vier albernen Versen 97-100 die dem Aristarch mit Recht erotisch zu sein schienen.

Der Graben des achäischen Lagers wird Π 369. 380 erwähnt. Die Mauer könnte Π 370 nicht wohl übergangen sein; sie müfste denn als völlig gestürzt gedacht werden. O 736 sagt Aias 'wir haben keine Mauer zum

Schutz.' Die Troer sind, und zwar ehe sie zum Graben zurück geschlagen werden, zu Wagen Π 343, auch Hektor selbst 367; welches unter den vorher gehenden nur zum vierzehnten Liede paſst. Ich werde aber nachher noch auf die Mauer zurück kommen (XXVII).

Die Handlung beginnt früh am Tage: denn Π 777 ist es Mittag: aber es mag doch wohl etwas schon vorher geschehn sein, wenn Patroklus Π 44 mit Recht die Troer ermüdet (κεκμηότας) nennt. Nur ist die Frage, ob irgend etwas von dem voraus gesetzt wird was wir in den vorher gehenden Liedern gelesen haben. Es ist der Troer erster Versuch bei den Schiffen der Achäer zu streiten; woran Hektor bis diesen Tag von den Greisen gehindert zu sein beklagt O 722. Die Troer gehn also auf die Schiffe los. Hektor versucht durchzubrechen wo er das meiste Volk und die besten Waffen sieht: aber die Achäer stehn fest wie eine Mauer. Bald jedoch fliehn sie vor Hektor, der einen einzelnen tödtet. 'Und sie wurden,' die Achäer nämlich, 'der Schiffe ansichtig' O 653. Das läſst sich durchaus mit den vorher gehenden Liedern nicht vereinigen. Doch denken wir uns auch die bisherige Entfernung von den Schiffen nicht allzu groſs: ja sie müssen wohl schon über den Graben sein, der sonst hier, wie Π 369 beim Rückzug, erwähnt sein müſste. Warum die Achäer dennoch erst jetzt ihre Schiffe sehen, erklärt sich sogleich: denn als sie nun von den vordersten Schiffen gewichen sind, aber ohne sich zu zerstreuen bei den Zelten stehn 657, heiſst es auf einmahl 668, unerwartet, aber mit deutlicher Anspielung auf etwas uns nicht Erhaltenes, 'da stieſs ihnen Athene die Wolke des Dunkels von den Augen.' Das Folgende, 'und sie bekamen Licht sowohl von den Schiffen als von der Schlacht her,' wird dann in Übereinstimmung mit dem vorher 655. 656 gesagten erklärt, 'und nun schauten auf Hektorn und seine Gefährten alle, sowohl die ohne zu streiten sich um die Zelte zurück gezogen hatten, als die noch mit den Troern bei den Schiffen stritten.' Aias, der nicht unter denen bleiben mag die schon weiter zu den Zelten gewichen sind, geht von Schiff zu Schiff und ermahnt die Völker. Das Zurückweichen zum Lager, welches hier im Anfang erzählt wird, fanden wir eben so vor der Schlacht bei den Schiffen angedeutet im zwölften Liede N 84 (XXI). Auslassen kann man von unsrer Erzählung nichts, auſser, wie gesagt (XXIV), Nestors unnützes Gebet 658-667.

Der erneuerte Streit, bei dem Hektor und Aias die Hauptpersonen sind, ist besonders um ein Schiff des Protesilaus O 705 Π 286. Ist es nicht sonderbar dafs auch im zwölften Liede N 681 Hektor bei den Schiffen des Aias und des Protesilaus kämpft, und dafs er auch im vierzehnten O 416 mit Aias um sein Schiff streitet? Ärmlich allerdings, wenn alles von Einem Dichter wäre; selbst wenn man mit Aristarch in N die Schiffe des Lokrers Aias verstünde, weil dort der Streit in der Mitte am Thor der Mauer ist, nach Θ 223 und Λ 6 aber die Schiffe des Odysseus in der Mitte waren, und die des Telamoniers nach Λ 7 und K 113 an einem der äufsersten Enden. Aber ist es nicht vielmehr deutlich dafs alles nur drei verschiedene Darstellungen derselben Sage sind? und ist es nicht ganz natürlich dafs das Schiff des Protesilaus, der zuerst ans Land gesprungen war B 702, auch eins von den vordersten (τῶν πρωτέων) sein mufste und zuerst angegriffen und angezündet ward?

Eben so verbreitet mag wohl die Sage gewesen sein, dafs das Schiff angezündet worden indem Aias geflohen sei. So erklärt es sich dafs wir davon in diesem Liede zwei Darstellungen finden, die sogar mit demselben Verse anfangen, O 727 und Π 102. Dies hat auch Hermann bemerkt. Mir scheint es aber dafs der Verfasser der ersten Darstellung seine poetische Lust ohne sonderliches Nachdenken gebüfst hat. Denn wie soll man sich das vorstellen? Aias gieng vorher vom Verdeck eines Schiffes zum andern (ἴκρια νηῶν) O 676. 685. Jetzt da die Troer auf Ein Schiff aus sind und ihn die Geschosse drängen, verläfst er das Verdeck des Schiffes auf dem er eben ist (ἴκρια νηός) 729, und zieht sich zurück auf oder unter die sieben Fufs hohe oberste Ruderbank (θρῆνυν ἐφ' oder ὑφ' ἑπταπόδην). Von da aus, oben herab von dem einen Schiffe, wehrt er die Troer und ihre Brände nicht etwa von dem einen Schiffe sondern von den Schiffen ab 731, und verwundet zwölf von ihnen nicht etwa durch Speerwürfe sondern durch Stiche (οὖτα) 746. Ich weifs hier keinen besseren Rath als den, wie ich glaube, ganz genügenden, dafs man aus den Versen 727-732 diesen einen mache,

Αἴας δὲ σμερδνὸν βοόων Δαναοῖσι κέλευεν.

Freilich mufs man dann 743 statt des Plurals κοίλῃ ἐπὶ νηΐ schreiben, welches ja aber auch schon nöthig sein würde wegen des folgenden (Π 1)

ὣς οἱ μὲν περὶ νηὸς ἐϋσσέλμοιο μάχοντο.

Der Patroklus des funfzehnten Liedes hat nichts von den Begebenheiten des vierzehnten mitgemacht. Er bringt keine Bestellung von Nestor, eben so wenig sucht er den Achill zum Kampf aufzuregen, sondern er bietet sich selbst an. Bei Eurypylos war er dort geblieben bis die Troer die Mauer stürmten und die Achäer flohen: diese näher drohende Gefahr treibt ihn in diesem Liede nicht, welches überhaupt die Mauer nicht kennt. Er klagt nur daſs die drei besten Helden verwundet sind: und das gebürt ihm freilich zu wissen, weil es allgemeine Sage war, wie es auch Achilles von Diomedes und Agamemnon weiſs Π 74. Wenn aber Patroklus dabei drei Verse Π 24-26 ganz eben so spricht wie Nestor vorher Λ 659-661, so kann der vierte,

βέβληται δὲ καὶ Εὐρύπυλος κατὰ μηρὸν ὀϊστῷ,

der in Nestors Rede alle wahren Zeugen wider sich hat, auch hier, so echt er sein mag, nach dem jetzigen Zusammenhange kaum bestehen. Denn unter die von welchen es heiſst

τοὺς μέν τ' ἰητροὶ πολυφάρμακοι ἀμφιπένονται
ἕλκε' ἀκειόμενοι

gehört Eurypylos eigentlich nicht, da Patroklus die ärztliche Behandlung vollendet Λ 844-848 und einem Genossen nur seine Unterhaltung aufgetragen hat Ο 401: und die drei andern Verwundeten haben sich auch schon lange auf die Beine gemacht Ξ 28 und den trefflichen Waffentausch geleitet Ξ 379.

XXVII.

Einzelnes dürfte sich innerhalb des sechzehnten Buchs noch gar manches finden lassen, des man lieber entübrigt wäre.

In der Aufforderung des Patroklus an seine Gefährten scheinen mir die Verse Π 273 f.

γνῷ δὲ καὶ Ἀτρείδης εὐρυκρείων Ἀγαμέμνων
ἣν ἄτην, ὅτ' ἄριστον Ἀχαιῶν οὐδὲν ἔτισεν,

nicht so passend als Α 411 in Achills Munde, der den Achäern Verderben wünscht, während Patroklus sie zu retten geht.

Ob der Dichter selbst oder nur ein Nachbesserer dem Patroklus auſser den beiden unsterblichen Rossen auch noch den sterblichen Pedasos gegeben

hat, läſst sich bezweifeln. Wenigstens kommt er nur in zwei Stellen vor, Π 152-154 und 467-477, die sich ohne Schaden wegnehmen lassen, und in der zweiten ist 467 *οὔτασεν* unrichtig für *ἔβαλε* gebraucht (Lehrs *Arist.* p. 63-65). Der 381 Vers würde die Auslassung sogar nöthig machen, wo das Nebenpferd doch wohl mit über den Graben springt, sie heiſsen aber alle

ἄμβροτοι, οὓς Πηλῆϊ θεοὶ δόσαν ἀγλαὰ δῶρα·

aber der Vers hat hier keine alten Zeugen für sich.

Als die Troer den Patroklus kommen sehn, wird ihnen das Herz bewegt und die Reihen wanken, weil sie ihn für Achilles ansehn: aber der Grad der Furcht welchen der aus Ξ 507 entlehnte Vers Π 283 bezeichnet,

πάπτηνεν δὲ ἕκαστος ὅπῃ φύγοι αἰπὺν ὄλεθρον,

paſst wenig dazu daſs sie gleich nachher 303 nicht etwa fliehen, sondern sich nur von den Schiffen zurück ziehn.

Wenn, wie ich vorher (XXVI) gesagt habe, die achäische Mauer in diesem Liede nicht angenommen wird, und auch kein früherer Kampf bei den Schiffen, so ist es schwer zu begreifen wie von Sarpedon Π 558 gesagt werden kann, und zwar mit denselben Worten die das elfte Lied M 438 von Hektor hatte,

ὃς πρῶτος ἐσήλατο τεῖχος Ἀχαιῶν,

und von des Glaukos Wunde Π 511

ὃ δή μιν Τεῦκρος ἐπεσσύμενον βάλεν ἰῷ
τείχεος ὑψηλοῖο,

ebenfalls mit den künstlich wiederholten Worten des elften Liedes M 388, wo es hieſs

ἰῷ ἐπεσσύμενον βάλε τείχεος ὑψηλοῖο.

Wird man nicht mit groſser Wahrscheinlichkeit sagen können, die Verse 509-531 und 555-562 seien nur willkürliche, zwar nicht schlechte, aber doch nicht genau passende, Ausschmückung? Und wird es sehr verwegen erscheinen, wenn ich die Fabel Sarpedons noch in einem Punkte für aufgeputzt halte? nämlich wo von der Entführung seines Leichnams geredet wird. Die beiden Abschnitte die sich darauf beziehn, fangen gleich an, und beide ohne irgend eine Verknüpfung mit dem Übrigen, Π 432. 666

Ἥρην δὲ προσέειπε κασιγνήτην ἄλοχόν τε.
καὶ τότ᾽ Ἀπόλλωνα προσέφη νεφεληγερέτα Ζεύς.

Das Gefühl des Zenodotus war wohl so unrecht eben nicht: nur hat er das erste Mahl wenig geschickt geschnitten und das zweite Mahl abgeschmackt verändert. Man mufs in der ersten Stelle die Verse so verbinden, 431. 459

τοὺς δὲ ἰδὼν ἐλέησε Κρόνου παῖς ἀγκυλομήτεω,
αἱματοέσσας δὲ ψιάδας κατέχευεν ἔραζε.

Mit der zweiten 666-683, die den Apollo brachte, wie zuvor der Zusatz über Glaukus, verschwindet die Schwierigkeit, dafs der Gott nun erst vom Ida steigt, da doch später 726 die Worte ὁ μὲν αὖτις ἔβη θεὸς ἂμ πόνον ἀνδρῶν uns gebieten ihn jetzt in der Schlacht zu denken, wo ihn vorher 94 sich auch Achill dachte. Aber eben diese Worte sind nicht minder gegen die Erzählung 700, dafs der Gott sich auf die Mauer von Troja stellt und den Patroklus ermahnt von der Stadt zu weichen. Und ist denn nicht auch der ganze Gedanke, der diesem Abschnitte 698-711 zum Grunde liegt, in dieser Darstellung ungereimt? dafs ohne Apollons Warnung die Achäer Troja erobert hätten 'unter Patroklos Hand'; ohne dafs ihm jemand half oder sich widersetzte, während Hektor am skäischen Thore hielt und noch überlegte ob er streiten oder die Troer in die Stadt zurück ziehen sollte.

Beim Tode des Patroklus ist das sechzehnte Buch mit sich selbst vollkommen im Einklange. Wenn aber der Sterbende zu Hektor sagt 'deiner zwanzig hätt ich überwunden:

ἀλλά με μοῖρ᾽ ὀλοὴ καὶ Λητοῦς ἔκτανεν υἱός,'

wozu soll da der Zusatz 850

ἀνδρῶν δ᾽ Εὔφορβος· σὺ δέ με τρίτος ἐξεναρίζεις,

als nur den Euphorbus ganz ohne Grund und Verdienst über Hektorn zu erhöhen? Dafs der Name die übrigen drei Mahle viersilbig sein kann, mag bei genauerer Untersuchung bedeutend werden: aber auszugehen von kleinen Sprachbemerkungen, ist bei der Beurtheilung so veränderlicher Poesie Thorheit.

XXVIII.

Nun aber wie vereinigen wir die Erzählung vom Tode des Patroklus in Π mit der in Ρ? Dort hat ihm Apollon Π 793 den Helm vom Haupt gestofsen, der Schild fällt ihm von den Schultern 802, der Brustharnisch ist gelöst 804, so dafs er nackt dasteht 815: er sagt selbst 846, die Götter ha-

ben ihm die Waffen von den Schultern genommen. Dagegen in P will dem Todten Euphorbus die Waffen abnehmen 13. 16, Hektor zieht sie ihm würklich ab 125. 187, und zwar (Zeus sagt es selbst) 205 vom Haupt und von den Schultern. Von diesem Widerspruche reden auch unsre Scholien (*schol. A* P 125. 186. 205): wie ihn Aristarch gelöst habe, ist uns nicht überliefert (Lehrs *Arist.* p. 17). Ich sehe zwei Wege. Entweder fängt mit dem siebzehnten Buch eine Fortsetzung an, die in dem einen Punkte nicht genau ihrem Vorbilde folgt: oder, wie wir schon mehrere Ausschmückungen in diesem Liede fanden, der Dichter hat von Apollon nur erzählt dafs der Gott dem Patroklus Rücken und Schultern geschlagen habe, und die Verse Π 793-805. 814. 815. 846 sind nicht von ihm. Ich bin mehr geneigt zu der letzten Annahme, nach der Patroklus Tod und der Kampf um seinen Leichnam für Ein zusammen hangendes Lied gelten; weil in der folgenden Erzählung alle Punkte der voraus gehenden mit strengster Genauigkeit aufgenommen werden, weil ich in Ton und Darstellung zwischen beiden keinen Unterschied wahrnehme, weil endlich auch in dem letzten Theile noch ein oder zwei Mahl fremdartige Zusätze kommen, die denen im ersten Theile nicht unähnlich sind.

Zeus hat beschlossen dem Hektor in Achills Waffen Ruhm zu verleihen, zumahl da er doch bald sterben wird P 206: aber um doch auch die Achäer, die den Leichnam des Patroklus vertheidigen, zu schützen, hüllt er sie in Dunkel 269. Nun aber, ein Abschnitt 366-423, der weiter keinen Zweck hat als zur Vorbereitung uns ganz unnöthig zu sagen dafs Antilochus und Achilles den Tod des Patroklus noch nicht erfahren haben, hebt mit einer Übertreibung an, von der ich nicht weifs, soll sie auf das Dunkel gehn oder auf die Wut der Streitenden; 'Sonn und Mond waren nicht sicher.'

> ὣς οἱ μὲν μάρναντο δέμας πυρός, οὐδέ κε φαίης
> οὔτέ ποτ' ἠέλιον σόον ἔμμεναι οὔτε σελήνην·
> ἠέρι γὰρ κατέχοντο μάχης ὅσσον τ' ἐπ' ἄριστοι
> ἕστασαν ἀμφὶ Μενοιτιάδῃ κατατεθνηῶτι.

Die letzten dieser vier Verse geben den angemessenen Sinn, wenn man sie, da uns durch eine Lücke der Venediger Handschrift hier die echten Quellen fehlen, so zu schreiben wagt wie ich eben gelesen habe. Das Dunkel umhüllte die um Patroklus Streitenden: und zwar war das in der Mitte, ἐν μέσῳ

375. Hingegen die andern stritten unter heiterm Himmel nur mäfsig; diese weit entfernt, πολλὸν ἀφεσταότες 370-375. Von Antilochus und Thrasymedes wird noch ausdrücklich wiederholt dafs sie abgesondert stritten, νόσφιν ἐμαρνάσθην 382, wie ihnen Nestor befohlen als er sie von den Schiffen in die Schlacht sandte. Zu welcher Zeit er ihnen den Rath gab, wüfste ich nicht zu sagen: bei dem plötzlichen Erscheinen des Patroklus stritten sie mit allen andern Π 317. Dafs sie aber jetzt von dem Leichnam, der in der troischen Ebene liegt, entfernt gedacht werden, ist richtig. Denn als nachher Antilochus geholt wird, ist er μάχης ἐπ᾽ ἀριστερὰ πάσης Ρ 682. Von derselben linken Seite der Schlacht her hat auch Ρ 116 Menelaus, als ihn Hektor von dem Leichnam des Patroklus vertrieb, den älteren Aias zu Hilfe gerufen, und es ist nur nicht ausdrücklich gesagt dafs Aias, obgleich damahls das Dunkel noch nicht verbreitet war, erst den Tod des Patroklus von Menelaus erfahren hat, wie es Ρ 686 auf besondre Veranlassung uns von Antilochus erzählt wird. Dafs aber Patroklus nach unserm Abschnitt 404 noch weit entfernter, unter der Mauer der Troer, gefallen sein soll, davon ist in der Erzählung des funfzehnten Liedes keine Andeutung: ihm würde nur etwa der Ausdruck passen, den das dreizehnte Lied hat, Ἰλίου προπάροιθεν Ο 66. Gleichwohl ist auch die andre Darstellung nicht ohne Zeugen: in Π 698 verwarfen wir den Versuch des Patroklus die Mauer zu stürmen, und nach Σ 453 ward einen ganzen Tag am skäischen Thor gestritten und die Stadt fast genommen. Aber das funfzehnte Lied konnte von dieser Ansicht aus nur ungeschickt und unpassend aufgestutzt werden. Und sollte das wohl der Verfasser dieser Verse gewollt haben? Bemerkte er nicht einmahl wie unschön er seinen Zusatz mit ὥς schlofs, da das Lied mit einem andern ὥς fortfuhr? Ρ 423

> ὣς ἄρα τις εἴπεσκε, μένος δ᾽ ὄρσασκεν ἑκάστου.
> ὣς οἱ μὲν μάρναντο.

Ist es nicht wahrscheinlicher dafs der ganze Zusatz aus einer andern Darstellung entlehnt worden ist? Mit der Chronologie unserer Ilias steht er in schreiendem Widerspruch, indem er 384 den Kampf um Patroklus den ganzen Tag dauern läfst: aber in Σ 453 steht dasselbe, und vom funfzehnten Liede habe ich schon (XXVI) bemerkt dafs es früh am Morgen anfange.

Doch ich komme mir bald lächerlich vor, wenn ich noch immer die Möglichkeit gelten lasse dafs unsere Ilias in dem gegenwärtigen Zusammen-

hange der bedeutenderen Theile, und nicht blofs der wenigen bedeutendsten, jemahls vor der Arbeit des Pisistratus gedacht worden sei. Diese Ansicht im Grofsen zu widerlegen habe ich mir nicht zur Aufgabe gesetzt; um so weniger als man ja sagen könnte, des Dichters Kunstbildung sei vielleicht nicht fein genug gewesen um Plan Fortschritt und Steigerung in der Darstellung der gesamten Fabel recht durchzuführen: sondern ich habe mich nur an das Kleinere gehalten, das ein epischer Dichter, dem der Schein der Wahrheit natürlich über alles gehn mufs, unmöglich vernachlässigen kann. So will ich denn auch hier nur ein Paar Stellen mit früheren vergleichen, um zu fragen ob sie aus Einem Munde haben kommen können. P 306 tödtet Hektor

> *Σχεδίον μεγαθύμου Ἰφίτου υἱόν,*
> *Φωκήων ὄχ᾽ ἄριστον, ὃς ἐν κλειτῷ Πανοπῆϊ*
> *οἰκία ναιετάασκε πολέσσ᾽ ἄνδρεσσιν ἀνάσσων.*

Im zehnten Liede O 515 erschlägt er

> *Σχεδίον Περιμήδεος υἱόν,*
> *ἀρχὸν Φωκήων.*

P 347 *στῆ δὲ μάλ᾽ ἐγγὺς ἰὼν καὶ ἀκόντισε δουρὶ φαεινῷ,*
> *καὶ βάλεν Ἱππασίδην Ἀπισάονα, ποιμένα λαῶν,*
> *ἧπαρ ὑπὸ πραπίδων, εἶθαρ δ᾽ ὑπὸ γούνατ᾽ ἔλυσεν.*

Im vierzehnten Λ 577

> *στῆ ῥα παρ᾽ αὐτὸν ἰὼν καὶ ἀκόντισε δουρὶ φαεινῷ,*
> *καὶ βάλε Φαυσιάδην Ἀπισάονα, ποιμένα λαῶν,*
> *ἧπαρ ὑπὸ πραπίδων, εἶθαρ δ᾽ ὑπὸ γούνατ᾽ ἔλυσεν.*

Im zwölften N 411

> *ἀλλ᾽ ἔβαλ᾽ Ἱππασίδην Ὑψήνορα, ποιμένα λαῶν,*
> *ἧπαρ ὑπὸ πραπίδων, εἶθαρ δ᾽ ὑπὸ γούνατ᾽ ἔλυσεν·*

Selbst das ist wenigstens auffallend, wenn P 24 Menelaus zu Euphorbus sagt, sein Bruder Hyperenor habe ihn geschmäht (*ὤνατο*) und bestanden, und ihn den verworfensten der Achäer genannt oder doch dafür gehalten, *ἔφατο*, während er im dreizehnten Liede Ξ 516 in einem Verzeichnifs von Erschlagenen nur kurz erwähnt ward,

Ἀτρείδης δ᾽ ἄρ᾽ ἔπειθ᾽ Ὑπερήνορα, ποιμένα λαῶν,
οὖτα κατὰ λαπάρην, διὰ δ᾽ ἔντερα χαλκὸς ἄφυσσεν
δῃώσας, ψυχὴ δὲ κατ᾽ οὐταμένην ὠτειλὴν
ἔσσυτ᾽ ἐπειγομένη, τὸν δὲ σκότος ὄσσε κάλυψεν.

Was soll man aber dazu sagen, wenn einige gar den Idomeneus, der P 612 zu Fufs in die Schlacht gegangen ist, sich noch seit der Schlacht bei den Schiffen N 329 zu Fufs denken? Dort sind die Achäer sämtlich zu Fufs: hier aber, wo nicht bei den Schiffen gestritten wird, haben sie ihre Wagen mit, P 644. 698, nur Idomeneus nicht. Wenn er, wie die geduldigen Ausleger meinen, seit der Erzählung die ich in das zwölfte Lied gesetzt habe, immer fort auf den Beinen war, wie geht es zu dafs er nirgend vorkommt, sondern erst in der Patroklie Π 345?

Allein ich darf nicht vergessen dafs in diesem Liede noch zwei Verse sind, die durch ein müssiges Motiv Anstofs erregen und auch von alten Kritikern angefochten sind: Schade nur dafs ihre Verhandlungen noch in die Lücke der Venediger Handschrift fallen. P 545. 546. Zeus ändert mit einmahl seinen Beschlufs (δὴ γὰρ νόος ἐτράπετ᾽ αὐτοῦ) Hektorn Sieg zu gewähren 206 bis er zu den Schiffen komme und die Sonne untergehe 454: Athene kommt nämlich vom Himmel, von Zeus gesandt, um die Danaer zur Vertheidigung des todten Patroklus zu entflammen. Was braucht denn Zeus seinen Sinn zu wenden? Athene hat ja Freiheit unter die Streitenden zu gehn, wie sie die Göttin im ersten Theile des Liedes hatte O 668, und Apollon sie dort hatte (XXVI) und hier hat P 71. 82. 118. 322. 582. Und Zeus bleibt ja gleich nachher auf seinem Sinne, indem er durch Blitz und das Schwenken der Ägis den Troern Sieg giebt und den Achäern Flucht 596. Wenn er dann auf Aias Bitte das Dunkel zerstreut 649, so hatte er es ja auch nur zu Gunsten der Achäer ausgebreitet 270.

XXIX.

Wie weit erstreckt sich das funfzehnte Lied? Soviel ich sehen kann, bis zum Ende des siebzehnten Buches. Das Folgende ist zwar (ich will es gern glauben, weil fast alles genau angeknüpft ist) Fortsetzung der Patroklie, aber nicht von demselben Dichter. Er hatte uns mit Liebe und Wärme erzählt wie die Aias den Leichnam tragen und die Achäer bis an ihren Graben

fliehn. Nun sind sie im achtzehnten Buche schon bei den Schiffen und am Hellespont 150, und die Troer erreichen den Leichnam wieder 153. So trocken, 'Sie erreichten ihn, und es war schwer ihn aus den Würfen zu ziehen 152, und die Aias konnten Hektorn nicht von dem Todten verscheuchen' 164: aber kein Wort mehr von dem Tragen, so dafs uns das ganze rührende Bild verschwimmt. Der Ausdruck 'Sie kamen zu den Schiffen und zum Hellespont' 150 ist auch übertrieben. Die Troer stehn, wenn wir die Örtlichkeit uns bestimmter denken, nur am Graben: denn Achill tritt gleich nachher von der Mauer auf den jenseitigen Rand des Grabens (198. 215. 228), und von da wenden sie ihre Wagen. Aber was ist das? Von der Mauer (215)? Das funfzehnte Lied kannte ja die Mauer nicht (XXVI). Die Fortsetzung kennt sie; auch Υ 49, wo Athene am Graben aufserhalb der Mauer steht. Der Kampf des Patroklus soll Σ 453 am skäischen Thor gewesen sein: dafs dies nach unserer Patroklie nicht angeht, habe ich schon gesagt (XXVIII). Wer den Patroklus getödtet hat, scheint dem Dichter nicht klar geworden zu sein, oder die Darstellung ist ihm wenigstens nicht ganz lebendig geblieben. Thetis sagt Σ 454 und das redende Pferd sagt Τ 413 Apollon habe ihn getödtet; wie freilich auch der Sterbende selbst im funfzehnten Liede, Π 849 *ἀλλά με μοῖρ᾽ ὀλοὴ καὶ Λητοῦς ἔκτανεν υἱός*, was aber von Apollon nicht buchstäblich zu verstehen ist: der Dichter des sechzehnten Liedes selbst und Achilles sagen Χ 323. 331 er sei von Hektor getödtet worden. In Übereinstimmung mit der Patroklie, aber im Widerstreit mit den Zusätzen (XXVIII), wird angenommen dafs Hektor ihm die Waffen ausgezogen habe Σ 83 Χ 323. Nicht tadelnswerth scheint mir dafs nach Σ 14 Achill dem Patroklus will verboten haben mit Hektor zu streiten, obgleich Π 90 Hektor nicht ausdrücklich genannt war: und ich denke, des von Barnes und Vofs in die Ermahnung eingeschobenen Verses können wir entrathen.

Wenn nur nicht alle folgenden Bücher, gegen die Patroklie gehalten, geschweige gegen die noch edleren Theile der Ilias, sich so ärmlich und kühl ausnähmen, dafs ich das Urtheil von Wolf (*proleg.* p. CXXXVII) nicht recht begreife, der nur bei den letzten sechs Büchern, also nicht auch, scheint es, beim achtzehnten, sich anders gestimmt fühlte. Mir scheinen die fünf Bücher von Σ bis Χ so aus Einem Stück zu sein, so überein stimmend in den Begebenheiten nicht nur sondern auch in allen Manieren, in dem gänzlichen Verschwinden aller griechischen Heroen aufser Achilles, in der Masse von

Erscheinungen und Würkungen der Götter, in den vielen Mythen, in der Dürftigkeit der Bilder und Gleichnisse, dafs sie eben so sehr einen einzigen Dichter verrathen, als sie für fast alle der früheren, die deswegen nicht um Jahrhunderte älter zu sein brauchen, dafs ich es nur grade heraus sage, zu schlecht sind.

Ich gebe zwar gern zu dafs auch die Patroklie schon ihre Besonderheiten hat, und dafs von dem Auffallenden das die letzten Gesänge haben sich auch in den früheren hie und da Spuren finden: im Ganzen wird aber die Menge der einzelnen Abweichungen den allgemeinen Eindruck bestätigen. So hat die Patroklie 'Er sprachs und der andre antwortete' in Einem Verse zusammen, P 33

ὣς φάτο, τὸν δ' οὐ πεῖθεν, ἀμειβόμενος δὲ προσηύδα·

welches nun grade in jenen fünf Büchern nicht vorkommt, aber im dreizehnten Liede, auch keinem der besten, Ξ 270

ὣς φάτο, χήρατο δ' Ὕπνος, ἀμειβόμενος δὲ προσηύδα,

in der Dolonie, K 328

ὣς φάθ', ὁ δ' ἐν χερσὶ σκῆπτρον λάβε καί οἱ ὄμοσσεν,

und in Ω zwei Mahl, 200 und 424,

ὣς φάτο, κώκυσεν δὲ γυνὴ καὶ ἀμείβετο μύθῳ·
ὣς φάτο, γήθησεν δ' ὁ γέρων καὶ ἀμείβετο μύθῳ.

Aber weit auffallender sind doch in den letzten Büchern die Reden die in einem einzigen Verse bestehn, Σ 182. 392 Υ 429 Φ 509 Ψ 707. 753. 769 Ω 88: und niemand der Gefühl für Manieren hat, wird im vierzehnten Liede die unnützen Verse Λ 605-607 ertragen,

τὸν πρότερος προσέειπε Μενοιτίου ἄλκιμος υἱός
"τίπτε με κικλήσκεις, Ἀχιλεῦ; τί δέ σε χρεὼ ἐμεῖο;"
τὸν δ' ἀπαμειβόμενος προσέφη πόδας ὠκὺς Ἀχιλλεύς.

So ist der Übergang *αὐτὰρ ἐπεὶ τόγ' ἄκουσε* nur Υ 318 Φ 377 Ψ 161, sonst nicht in der Ilias, um die ich mich hier überhaupt allein bekümmere: hingegen wenn das gewöhnliche *ἦ καί* oder *ἦ ῥα καί*, wobei der Sprecher Subject des Satzes bleibt, im zweiten sechsten neunten und elften Liede gar nicht vorkommt, so ist von dem freilich einzigen *φῆ πυρὶ καιόμενος* Φ 361 dennoch, das sonst bei Homer unerhörte *φῆ* abgerechnet, *ἦ ῥ' εὖ γιγνώσκων*

im zehnten Ξ 475 nicht verschieden, und zu ἦ ῥ' ὁ γέρων Χ 77 hat das sechste ein gleiches Beispiel, ἦ ῥα γυνὴ ταμίη Ζ 390, wie auch mit ἦ ῥ', Ἀχιλεὺς δὲ Ω 643 und mit ἦ, καὶ Ἀχιλλεὺς μέν Φ 233 wenigstens ἦ, καὶ ὁ μέν (nämlich nicht der eben geredet hat) im neunten und im zehnten Κ 454 Λ 446 zu vergleichen ist. So findet sich nirgend etwas Ähnliches wie Φ 479, wo die Rede der Here unmittelbar auf diese Worte folgt,

> ὣς φάτο, τὴν δ' οὔτι προσέφη ἑκάεργος Ἀπόλλων,
> ἀλλὰ χολωσαμένη Διὸς αἰδοίη παράκοιτις,

oder wie Ψ 855, wo gar mitten im Verse directe Rede anfängt,

> ἐκ δὲ τρήρωνα πέλειαν
> λεπτῇ μηρίνθῳ δῆσεν ποδός, ἧς ἄρ' ἀνώγει
> τοξεύειν. "ὃς μέν κε βάλῃ τρήρωνα πέλειαν,
> πάντας ἀειράμενος πελέκεας οἶκόνδε φερέσθω·"

nur dafs man nicht sagen mufs, es fehle τάδε λέγων: denn die Verbindung ist ganz wie Δ 303,

> ἱππεῦσιν μὲν πρῶτ' ἐπετέλλετο· τοὺς γὰρ ἀνώγει
> σφοὺς ἵππους ἐχέμεν μηδὲ κλονέεσθαι ὁμίλῳ.
> "μή δέ τις ἱπποσύνῃ τε καὶ ἠνορέηφι πεποιθὼς
> οἶος πρόσθ' ἄλλων μεμάτω Τρώεσσι μάχεσθαι,
> μηδ' ἀναχωρείτω."

So ist die Anrede διοτρεφές ohne weiteren Beisatz vier Mahl in den letzten Büchern, Φ 75 Ψ 594 Ω 553. 635, einmahl im achten Liede Ι 229: denn für διογενές, welches die Odyssee einmahl κ 443 hat, lasen die Alten Ι 106 διογενοῦς Ἀχιλῆος. Das ähnliche ὁ διογενής steht nur in Φ 17, die Anrede ἥρως nur in Υ 104 und in der Dolonie Κ 416: aber ἥρως statt des Namens und noch mehr ὅγ' ἥρως sind verbreiteter. So ist die ἐπανάληψις den letzten Büchern von Σ an zwar nicht eigenthümlich, Σ 399

> εἰ μή μ' Εὐρυνόμη τε Θέτις θ' ὑπεδέξατο κόλπῳ,
> Εὐρυνόμη θυγάτηρ ἀψορρόου Ὠκεανοῖο,

so Υ 372 Φ 86 Χ 128 Ψ 642; aber aufserdem doch, soviel ich weifs, nur im sechsten Ζ 154. 396 Η 138, im achten Θ 531, im elften Liede Μ 96, und in beiden Katalogen Β 671. 837. 850. 870. Doch dergleichen geschickt und anmutig auszuführen ist eine Kunst die ich wenig verstehe.

Das vorletzte Buch unserer Ilias hat der Dichter desselben gewifs nicht unmittelbar nach dem Schlusse von X wollen gelesen haben: denn es ist undenkbar dafs ein Dichter diese Verbindung wählen kann,

ὣς ἔφατο κλαίουσ', ἐπὶ δὲ στενάχοντο γυναῖκες.
ὣς οἱ μὲν στενάχοντο κατὰ πτόλιν.

wie wir ähnliche schon zwei Mahl verworfen haben, O 367 (XXIV) und P 424 (XXVIII). Den vierten Vers dieser Art Z 311 hat bereits Aristarch getilgt,

ὣς ἔφατ' εὐχομένη, ἀνένευε δὲ Παλλὰς Ἀθήνη,

unmittelbar vor ὣς αἱ μέν ῥ' εὔχοντο, welches dem Besserer anstöfsig gewesen war nach der einzigen Rede der Priesterin. Durch eine stärkere Athetese, die aber nach meinen Untersuchungen (XXVIII) eine mehrfache Interpolation voraus setzen würde, half Aristarch P 424: aber warum schien ihm dort der σιδήρειος ὀρυμαγδὸς unerträglich, wenn er Ψ 177 duldete ἐν δὲ πυρὸς μένος ἧκε σιδήρεον; Zwischen T und Ψ weifs ich zur fernern Bestätigung wenigstens eine Kleinigkeit anzugeben, an welche der Dichter, wenn er derselbe war, wohl gedacht und dem Schein des Widerspruchs abgeholfen hätte. In T 47 hinken Diomedes und Odysseus noch von ihren Wunden, und auch Agamemmon hat seine Wunde noch. Es vergeht ein Tag Ψ 109-225: dann bei den Spielen springt Diomedes vom Wagen 509 und sticht mit dem Speer 820, Odysseus ringt 709 und läuft 755, Agamemnon steht auf zum Speerwerfen 887. Nestor, der seit dem achten Liede nur im vierzehnten vorkam (XXV) und in einigen der schlechtesten Zusätze (XXIV. XXV), erscheint plötzlich nebst Idomeneus und Phönix in einem Verse der eben so gut fehlen kann T 311: aber in Ψ tritt er mit einer langen belehrenden Ermahnung auf, 304.

Kleine Zusätze von wenig Gewicht werden sich auch in den letzten Büchern genug nachweisen lassen, wie der so eben erwähnte Vers in T, oder noch sicherer der störende T 374 (Hermann *de iteratis* p. 8), den Aristarch gewifs als περισσὸν gestrichen hat. Ich darf nicht ausdrücklich bemerken dafs ich in der Nachweisung kleinerer Zusätze auf keine Vollständigkeit ausgehe. Allein Aristarch dürfte wohl einiges nicht mit Unrecht getadelt haben was doch nicht für späteren Zusatz erklärt werden kann. Indessen gestehe ich, es wäre freilich zu viel verlangt dafs er trotz dem Vorurtheil hier seinen Homer hätte aufgeben sollen. Wer wird denn auch leugnen dafs in diesen Büchern viel Schönes ist? Ja ich will gern zugeben dafs der Dichter

des grofsen sechzehnten Liedes in diesem mehrere ältere vereinigt hat: und in der That deutet der Katalog der Troer B 860. 874 auf eine andre Darstellung des Kampfes im Flusse als die wir im einundzwanzigsten Buche haben. Aber der Dichter hat den älteren Liedern in der Überarbeitung so sehr seine eigne Farbe gegeben, dafs niemand gern an die Scheidung gehn wird, der, wie ich, darauf aus ist ausgefundene Thatsachen zum künftigen Gebrauch hinzustellen, die vielleicht noch im einzelnen, wo geirrt worden ist, richtiger bestimmt werden können, aber so wenig als möglich Vermutungen, denen man eben so wahrscheinliche entgegen setzen dürfte.

So viel jedoch hätte ich Aristarch wohl zugetraut, dafs er das letzte Buch ganz verworfen hätte, und den Schlufs des vorletzten von da an wo die fünf Wettkämpfe beendigt sind. Denn so viel waren nur versprochen Ψ 621-623, so viel gab Nestor als üblich an 634-638, und was nachher folgt 824 ff. ist ungemein schlecht in der Darstellung. Das letzte Buch aber, zu dem die Veranlassung in der Rede des Priamus X 412-428 lag, fanden die Alten schon in vielen Punkten anstöfsig. Es ist durch die Worte Λῦτο δ' ἀγών ohne Übergang kunstlos angeknüpft, selbst in der Zeitbestimmung ungeschickt: denn dafs der zwölfte Tag nachher, ἐκ τοῖο δυωδεκάτη Ω 31, nicht von der 3. 4 ausdrücklich erwähnten Nacht an gerechnet wird, sondern von Hektors Tode zurück, merkt man erst spät 107. 413 an Äufserungen die sonst keinen Sinn haben.

XXX.

Wenn ich mit meinen Betrachtungen nicht gar zur Qual meiner verehrten Zuhörer über das Ziel schiefsen will, so mufs ich hier aufhören: denn in welchem Verhältnisse die mir erkennbaren Theile der Ilias gegen einander stehn, habe ich so kurz und bestimmt als ich es vermochte gesagt, und ich kann nur wünschen, aber nichts dazu thun, dafs die Geschichte der ältesten griechischen Poesie diese Untersuchungen in ihren Nutzen verwende. Wer nun aber etwa nach Weiberart um seinen lieben Homer, seine liebe Ilias, seine lieben Vorurtheile, jammert und sie für weit herlichere einzelne Lieder nicht hingeben will, dem kann ich zum Ersatz den Entwurf einer andern Ilias, wenigstens bis zum Auftreten des Patroklus, nachweisen. Ich meines Orts weifs es dem Pisistratus und seinen Helfern Dank, dafs sie uns nicht

etwa eine Ausführung dieses Entwurfs gegeben haben, sondern weit bessere und ursprünglichere Stücke, die sich ohne ihren Fleifs sicher nicht auf die Folgezeit fort gepflanzt hätten. Aber ich danke ihnen auch für die Unschuld, mit der sie, gewifs absichtlos, in ihrer Überlieferung die Spuren anderer Darstellungen und Ansichten der Sage gelassen haben.

Wie wir nämlich im dreizehnten Liede eine andere Anknüpfung der Patroklie vorbereitet fanden O 63 (XXII) als wie sie der Anfang des funfzehnten giebt, eine andre im vierzehnten O 402 (XXV), und welche das zehnte O 233 andeutete blieb (XXVI) zweifelhaft, so weiset das sechzehnte Lied wieder auf eine andre Lage zurück, die, wie sich gleich zeigen wird, auch im elften voraus gesetzt ward: und es giebt uns in einzelnen Äufserungen so viel Punkte der früheren Geschichte, dafs man daraus sieht, dem Dichter schwebte ein ganz anderes Bild der Ilias vor als wie es uns die pisistratische Sammlung darbietet.

Agamemnon erzürnt den Achilles Σ 111, indem er ihm die Briseis, die Jungfrau von Lyrnessos, raubt Τ 60. 296. Die Namen Lyrnessos und Mynes kamen nur im Katalog der Achäer vor Β 690; dafs er sie bei Zerstörung einer Stadt gewonnen, im funfzehnten Liede Π 57 und im achten Ι 331. Achill betet zu Zeus, wie wir ebenfalls im funfzehnten fanden (XXVI), dafs die Achäer zu den Schiffen gedrängt werden Σ 76. Von der Bitte der Thetis ist nicht die Rede: doch müssen wir annehmen dafs sie dem Dichter bekannt war, wenn er würklich unser funfzehntes Lied fortsetzte.

Von den Schlachten in der Ebene kommt nun zunächst etwas vor, das mit dem fünften Liede stimmt; aber nichts von den Zweikämpfen. Diomedes erbeutet die Rosse des Äneas, den Apollon rettet; wie Ε 323. 445. Doch dies steht eigentlich nicht im sechzehnten Liede, sondern in Ψ 291. Athene reizt den Diomedes dafs er den Ares verwunde, sie stöfst ihm selber das Speer in den Leib Φ 396; genau wie Ε 830. 856-858.

Dann wird der Verwundungen des Diomedes und Odysseus erwähnt: beide hinken noch Τ 47, da nach unserm zehnten Liede Diomedes in den Fufs geschossen ist Λ 377, Odysseus aber in die Seite gestochen Λ 437. Agamemnon ist von Koon gestochen Τ 54; aber nach Λ 252 in die Hand, welche wird nicht gesagt: hier Τ 252. 266 kann er mit den Händen das Messer ziehn und das Sühnopfer schneiden. Ob ihm das Stehn sauer wird, ist bei den Schwierigkeiten der Verse Τ 77 nicht leicht zu sagen. Aber wie ganz anders

ist die Lage als im zehnten Liede! Die Achäer sind, genau nach dem Gebet des Achilles Σ 76, in die Schiffe eingeschlossen und können nicht hinaus 446: aber die Mauer, von der wir hier nicht erfahren wann sie gebaut worden sei (XIII), ist und bleibt unzerstört Σ 215 Υ 49. Also genau was wir bei dem elften Liede voraus setzen mufsten (XX). Die Troer übernachten fortwährend auf dem Felde Σ 259 Τ 71. So ist es in unserm achten und neunten Liede, aber nur während einer einzigen Nacht.

In der letzten Nacht vor dem Auftreten des Patroklus eräugnet sich was in unserm achten Liede enthalten ist, die Gesandtschaft an Achilles, an die vom neunten bis zum funfzehnten weder Achill noch sonst jemand wieder gedacht hatte. Die Greise der Argeier bitten den Achilles und nennen viel köstliche Geschenke Σ 448. Noch bestimmter wird Τ 141 Odysseus genannt, der auch im achten Liede die Gaben versprach. Dafs die Geschenke Τ 243-247 genau dieselben sind wie Ι 122-132, ist eben nicht zu verwundern.

Ich habe die Verwundung der drei Helden vor die Gesandtschaft an Achill gesetzt, weil sich der Dichter die Folge so mufs gedacht haben: denn es heifst Τ 141. 195 in der Nacht auf gestern, *χθιζόν*, seien dem Achill die Gaben verheifsen, vor dem Morgen an dem Patroklus kam. Aber ich glaube, diese Folge der Begebenheiten war nur seine persönliche Meinung: und wir dürfen wohl nicht schliefsen dafs er etwa fand, die Gesandten hätten den Achilles um Hilfe gebeten weil die bedeutendsten Helden verwundet wären, sondern wir müssen daraus erkennen dafs er keine zusammen hangende Darstellung vorfand, vielmehr einzelne Lieder; aufser der Patroklie etwa vier, soviel er kund giebt; von denen er, nach dem Zorn und dem Kampf mit den Göttern, das dritte und das vierte sich willkürlich ordnete. Eins enthielt die Gesandtschaft, während die Troer in der Ebene übernachten; das andre die Verwundung der Helden und die Beschränkung der Achäer auf ihr Lager. Jenes mag wohl unser achtes sein, obgleich es der angenommenen Ordnung widerstreitet Θ 532 Ι 709; das andre vielleicht das im elften voraus gesetzte: das elfte selbst kann er aber nicht gekannt haben. Im achten hat er Ι 650 das tragische Überschreiten des Mafses nicht gefunden, ohne welches nach einer neueren Ansicht die epische Fabel nicht soll können begriffen werden (XXVI): ja ihm hat nicht einmahl eingeleuchtet dafs den Achill, weil er die Bitten verschmäht hatte, die Bethörung strafend begleitete Ι 510: sondern dem Agamemnon, sagt er Τ 87. 270, sandten Zeus Möra und Erinys

die Bethörung, um viel Achäer zu verderben, aber dem Achill giebt er keine Sünde Schuld, nicht einmal dafs er zu lange gezürnt habe T 67.

Der Übergang auf das Erscheinen des Patroklus ist in der Erzählung der Thetis Σ 450 sehr sonderbar gemacht: 'Achilles verweigerte den Greisen die Hilfe, aber er zog dem Patroklus seine Waffen an und sandte ihn mit vielem Volk in die Schlacht.' Indessen das ist wohl nur eine kurze Darstellung, und die Begebenheit wird wie in der Patroklie gedacht: denn es ist X 374 ausdrücklich gesagt dafs Hektor die Schiffe mit Feuer angezündet hat, und daran war ja Π 127 die Aufforderung des Achilles geknüpft. Wie genau sonst das sechzehnte Lied sich an die Erzählung des funfzehnten schliefst, bedarf keiner besondern Erörterung: die wenigen Abweichungen habe ich vorher (XXIX) angegeben, um zu zeigen dafs beide nicht Einem Dichter gehören können.

Die ungedruckten Byzantinischen Historiker der St. Marcus Bibliothek.

Proben und Auszüge

der Akademie der Wissenschaften vorgelegt am 1. April 1841

von

H^rn. BEKKER.

Cod. Marc. 408.

(cf. Morelli p. 276.)

fol. 1 r. Ἡ βασιλὶς τῶν πόλεων πῶς Ἰταλοῖς ἑάλω
καὶ τοῖς Ῥωμαίοις ὕστερον πῶς ἀπεδόθη πάλιν,
ἐγράφη κατ' ἀκρίβειαν. εἰ σὺ δὲ βούλῃ, μάθοις.
Οἱ τὴν Κωνσταντινούπολιν κρατήσαντες Λατῖνοι
5 νόμῳ πολέμου λῃστρικῶς, τοπάρχαι σὺν τοῖς κόντοις,
ἄνδρες γενναῖοι γίγαντες ὑπῆρχον οὗτοι πάντες,
πρῶτος Ἐρίκος Δάνδουλος ὁ δοὺξ τῶν Βενετίκων,
δεύτερος ὁ μαρκέσιος Μάρτης ὁ τῆς Φαρόντης,
κόμης ὁ Βονιφάτιος, Φλάντρας ὁ Βαλδουῖνος,
10 Ἐρίκος κόμης ἕτερος Παύλου τοῦ πρωτοθρόνου,
Πλέης κόμης Δολόϊκος, ἄλλοι πολλοὶ σὺν τούτοις.
ἅπασι δὲ συνήργησε δοὺξ ὁ τῆς Βενετίας.
ὅπως δὲ τοῦτο γέγονε, πλατυκωτέρως εἴπω.
Ὁ βριαρόχειρ Μανουὴλ ὁ Κομνηνὸς ἐκεῖνος,
15 ὁ πρὸς πολέμους ἰσχυρός, ὁ δυνατὸς ἐν μάχαις,
ἀποδιδοὺς ὡς ἄνθρωπος τῇ γῇ τὸ σῶμα τούτου,
τὸν παῖδα τὸν Ἀλέξιον ὁμόζυγά τε Ξένην
σκῆπτρα κρατεῖν κατέλιπεν αὐτοὺς τὰ τῶν Ῥωμαίων.
ἑπτακαιδέκατον δ' αὐτὸς ἐπέβη τότε χρόνον
20 οὗτος ὁ παῖς Ἀλέξιος, ὅτε Ῥωμαίοις ἦρξεν.

ἀλλ᾽ ὁ παμφάγος τύραννος Ἀνδρόνικος ἐκεῖνος,
ὁ βορβορώδης, ἀναιδῶς ἐπιπηδήσας τούτοις
ἔλαβε τὸ βασίλειον, ἄρξας ὁ θὴρ ἀδίκως·
ὃς παῖδα τὸν Ἀλέξιον καὶ τὴν μητέρα τούτου

ἔλαβε τὸ βασίλειον Ἀνδρόνικος ἀδίκως.

fol. 1 *v.* ὢ τῶν κριμάτων σοῦ, Χριστέ! πῶς παραβλέπεις ταῦτα;

25 ἀνόμως ἐναπέπνιξε βρόχοις, τὸ ζῆν στερήσας.
εἶθ᾽ οὕτως σῶμα τὸ πνιγὲν κελεύσας μαστιχθῆναι,
καὶ σούβλαν τούτου τοῖς ὠσὶν ἀνηλεῶς ἐμπήξας,
ἀπέτεμε τὴν κεφαλὴν ὁ δυσσεβὴς αὐτίκα,
ῥίψας αὐτὴν βόθρῳ τινὶ καὶ βορβορώδει τόπῳ.
30 τὸ δέ γε σῶμα τοῦ παιδὸς κεράμῳ μολιβδίνῳ
συσφίγξας προσαπέρριψε τάχος ἐν τῇ θαλάσσῃ,
ψευσάμενος τὸ πρότερον ἐν ὅρκοις φρικαλέοις,
δείξας ποτήριον σεπτὸν ἔνδον ἐν τοῖς ἀδύτοις,
ὡς Ἀλεξίου τοῦ παιδὸς κράτος ζωήν τε τούτου
35 καλῶς φυλάξει προσειπὼν παντὸς ἐστῶτος κλήρου.
παιδὸς δὲ τὴν ὁμόζυγα σχὼν οὗτος παρανόμως,
ἕνδεκα χρόνων τὴν αὐτὴν ὑπάρχουσαν, οὐ πλείω
τὴν δρόσον ἀποστάζουσαν ἀθέσμως ἐμοιχᾶτο,
γέρων αὐτὸς τριπέμπελος καὶ φαλακρὸς τὴν κάραν.
40 ἠμέλησαν ἐσβέσθησαν οἱ κεραυνοὶ πρηστῆρες;
βαβαὶ Χριστὲ κριμάτων σου! βαβαὶ τῆς ἀνοχῆς σου!
εἶθ᾽ οὕτως εὑρηκὼς αὐτὸς τὸν αἱμοβόρον κύνα,
ἐκεῖνον τὸν παμμίαρον ἄνδρα Χριστοφορίτην
ἢ μᾶλλον τὸν αὐτὸν εἰπεῖν Ἀντιχριστοφορίτην,
45 τύραννος οὗτος γέγονεν σύμβουλον ἔχων τοῦτον,
τοῖς αἵμασι τερπόμενος καὶ φόνοις τῶν ἀνθρώπων.
κατάρξας σὺν ὁ βέβηλος ἐπὶ τρισὶ τοῖς χρόνοις
πάσαις μαγείαις ἔχαιρε καὶ λεκανομαντείαις·
ὃς ὑδρομάντει προσελθὼν ἠρώτα τίς τὸ κράτος
50 αὐτοῦ δ᾽ ἀρχὴν ἁρπάσειε καὶ τί τὸ τέλος τούτου.
ὁ δέ γε μάντις κατιδὼν ἡμίσφαιρον σελήνης,
ἰῶτα ταύτης ὄπισθεν ἔνδον ἐν τῇ λεκάνῃ,

ἔφησεν "'Ισαάκιος φαίνεται πρὸς λεκάνην."

ὁ μάντις τὸν Ἰσάκιον ἔδειξεν Ἀνδρονίκῳ.

fol. 2 r. οὐκ ἔστι πρόρρησις ψευδής, ἀλλ' ἀληθὴς ὑπάρχει.

ἦν δέ τις Ἰσαάκιος ἄρχων τῆς Κύπρου τότε,
55 τὸ γένος ἐκ τοῦ Μανουὴλ τοῦ Κομνηνοῦ κατάγων,
ὃν τύραννος Ἀνδρόνικος μεγάλως ἐδεδοίκει
μὴ τυραννίδα τὴν αὐτοῦ καὶ κράτος καταλύσῃ.
ὅθεν ἰδὼν ἐν ὕδατι τὴν κλῆσιν Ἰσακίου
Ἰσάκιον ὑπώπτευε τὸν πρὸς τὴν Κύπρον ὄντα.
60 ὑπῆρχε μὴν Σεπτέβριος φέρων δεκάτην τότε
ἡνίκα τὸ παράνομον ἔβλεπεν ἐν λεκάνῃ.
καὶ πάλιν ἐπηρώτησε τὸν μάντιν "πότε ταῦτα
γενήσονται; κατάμαθε καλῶς πρὸς τῆς λεκάνης."
ἡ δὲ μαντεία "ναί" φησι, "τεσσαρεσκαιδεκάτην
65 φέροντος τούτου τοῦ μηνὸς γενήσεται τὸ μέλλον."
ἐγέλασεν Ἀνδρόνικος εἰπὼν Χριστοφορίτῃ
"πῶς οὗτος Ἰσαάκιος ἐν τέσσαρσιν ἡμέραις
ἀπὸ τῆς Κύπρου πρὸς ἡμᾶς δυνήσεται περᾶσαι;
ψευδὴς ὑπάρχει τοιγαροῦν ἡ λεκανομαντεία."
70 "ἀλλ' ἔστιν" οὗτος ἔφησεν "ἄλλος ἐκ τῶν Ἀγγέλων
Ἰσάκιος καλούμενος, καὶ μὴ πρὸς τοῦτον μᾶλλον
ἡ τῆς μαντείας πρόρρησις τὰ μέλλοντα προλέγει."
βαβαί. λοιπὸν Ἰσάκιος ἐτάχθη φονευθῆναι.
ἀπῆλθεν σὺν ὁ τύραννος πέραθεν Χαλκηδόνος,
75 καταλιπὼν τὸν ἕτερον τύραννον ἐν τῇ πόλει,
ὃς εἰς τὸν οἶκον εἰσελθὼν ταχίστως Ἰσακίου,
πλησίον ὄντα τὸν αὐτὸν μονῇ τῆς περιβλέπτου,
ἐκάλει τὸν Ἰσάκιον ἔξω παραγενέσθαι.
ὡς δὲ φωνὴν ἀκήκοεν οὗτος Χριστοφορίτου,
80 ἐπέγνω φόνον τὸν αὐτοῦ καὶ φόβῳ συνεσχέθη·
ἀτρόμως δ' ἵππῳ καθεσθείς, φέρων γυμνὴν τὴν σπάθην,
Χριστοφορίτου κεφαλὴν ἐθέριστεν αὐτίκα.

ἐφόνευσεν Ἰσάκιος δεινὸν Χριστοφορίτην.

fol. 2 *v.* Ἰσάκιος ὁ φονευτὴς σκῆπτρα κρατεῖ Ῥωμαίων.

οἱ δὲ παρόντες ἔφυγον τὸν φόνον κατιδόντες.
ἔτρεχεν οὖν Ἰσάκιος πρὸς τὸν ναὸν τὸν μέγαν,
85 κραυγάζων ἐν ταῖς ἀγυιαῖς "ἐγὼ Χριστοφορίτην
τὸν τύραννον ἀπέτεμον," δεικνύων καὶ τὴν σπάθην.
ἔνθεν ἐλθὼν πρὸς τὸν ναὸν τῆς τοῦ θεοῦ σοφίας
ἐζήτει τὴν συγχώρησιν φόνου τοῦ τολμηθέντος.
πάντα τὰ πλήθη δὲ λαοῦ πρὸς τὸν ναὸν ἐλθόντα
90 τὸν φονευτὴν Ἰσάκιον στέφουσι βασιλέα.
ὃ καὶ μαθὼν Ἀνδρόνικος εἰσῆλθεν ἐν τῇ πόλει,
τάχει παραγενόμενος, ἔνδον τοῖς ἀνακτόροις
μάχην αὐτὸς καὶ πόλεμον βουλόμενος ἐνστῆσαι.
ἰδὼν δὲ τὴν παράταξιν πάντων σχεδὸν Ῥωμαίων,
95 ἐληλυθότων κατ' αὐτοῦ σὺν βέλεσι καὶ λίθοις,
αὐτὸς τὸ μέλλον φοβηθείς, ἐμβὰς ἐν ἀκατίῳ
ἔφευγεν ὁ τριπέμπελος σὺν γυναιξὶ ταῖς δύο.
τὸν δυστυχῆ δ' ἡ θάλασσα κακῶς μαχησαμένη,
προνοίας ταύτης ἄνωθεν τοῦτο προσενεργούσης,
100 μόλις χηλῇ προσέφθασε τῇ πρὸς τὸν φάρον οὔσῃ,
κἀκεῖ φθαστάσης τῆς νεὼς τῆς τοῦτον διωξάσης
δέσμιος ἐπανέστρεψεν ἀτίμως ἐν τῇ πόλει.
ὃς παραστὰς κατέμπροσθεν ἄνακτος Ἰσακίου
γυμνός, ἀπερικάλυπτος, σάκκον ἐνδεδυμένος,
105 ἐκκόπτεται τὸν ὀφθαλμὸν καὶ δεξιὰν τὴν χεῖρα,
παντὸς ἐκεῖσε τοῦ λαοῦ τῆς πόλεως παρόντος.
ὕστερον δὲ καὶ κάμηλον ψωρόεσσαν εὑρόντες
καὶ τοῦτον προσκαθίσαντες γυμνὸν ἐπάνω ταύτης
ταῖς ῥύμαις ἐθριάμβευον, δεικνύντες ὡς κακοῦργον,
110 βάλλοντες κατὰ πρόσωπον λίθους, κόπρους ἀνθρώπων.
οὐκ ἔστι λόγος ὕβρεως ὃς οὐκ ἐρέθη τότε

κακὰ φρονῶν Ἀνδρόνικος κακὸν εὑρίσκει μόρον.

fol. 3 *r.* βλέψον καὶ μόρον κάκιστον τάλανος Ἀνδρονίκου.

κατὰ τοῦ δυστυχήσαντος ἄνακτος Ἀνδρονίκου.
ἔρριπτον τὰ μιάσματα πρὸς τὴν ὑπήνην τούτου·

ἐβρέχετο τὸ πρόσωπον ὕδασι ζεομένοις.
115 πρὸς δὲ τοὺς βάλλοντας αὐτὸν ἀνηλεῶς τοὺς λίθους
"συντετριμμένον κάλαμον" ἐβόα "τί συνθλᾶτε;"
εἶτα πρὸς τὸν ἱππόδρομον κρεμάσαντες ὡς βόαν,
ἔχοντα κάτω κεφαλήν, αὐτοὺς δὲ πόδας ἄνω,
τοῖς ξίφεσι κατέτεμνον ἅπαν αὐτοῦ σαρκίον.
120 φρικτῶν τῶν μυστηρίων δὲ ζητήσας κοινωνῆσαι
οὐχ εὗρεν εἰσακούοντα ἢ βοηθοῦντα τότε.
ὠμῶς οὖν τις ἐκ τῶν ἐκεῖ πρὸς ἀφεδρῶνα τούτου
τὴν σπάθην πήξας ἀσεβῶς, καὶ μέχρι τῆς καρδίας
πολλάκις σείσας τὴν αὐτήν, φέρει τὸν μόρον τούτῳ.
125 εἶτα καταβιβάσαντες αὐτὸν ἀπὸ τῆς φούρκης
καὶ σύραντες ἐκ τῶν ποδῶν, ὡς κύνα τεθνηκότα
ἔρριψαν τοῦτον ἐν στοᾷ μιᾷ τῶν ἱπποδρόμου,
εἰς ἣν ἐνῆν μιάσματα καὶ τεθνηκότες κύνες·
τὸν δυστυχῆ δ' ἐς ὕστερόν τινες οἶκτον διδόντες
130 τὸ τούτου σῶμα πρὸς ταφὴν Ἐφόρου μονυδρίῳ
κατέθηκαν, ὡς συμπαθεῖς τῶν ἄλλων γεγονότες.
ὁ δηλωθεὶς δ' Ἀνδρόνικος τοῖς παλαιτέροις χρόνοις,
ἔτι τὰ σκῆπτρα Κομνηνοῦ τοῦ Μανουὴλ κρατοῦντος,
μιᾷ πρὸς τὸν ἱππόδρομον τούτους ἀπερχομένους,
135 ἔδειξεν οὗτος βασιλεῖ τοὺς κίονας τοὺς δύο
τοὺς ὄντας εἰς ἱππόδρομον, ἐν οἷς κατεκρεμάσθη,
εἰπὼν αὐτὸν ὡς βασιλεὺς μέσον αὐτῶν κιόνων
ἐκκρεμασθεὶς ἀνηλεῶς μέλλει κακῶς τεθνάναι.
πρὸς ὅν φησιν ὁ Μανουὴλ "ὅς τις αὐτὸς ὑπάρχει,

ὦ δυστυχὴς Ἀνδρόνικε, σὸν θάνατον προλέγεις.

fol. 3 b. κατῆρξεν Ἰσαάκιος καλῶς ἐν Βυζαντίδι.

140 μὴ θέλων μὴ βουλόμενος τοιοῦτον μόρον φέρει."
Ἦρξεν οὖν Ἰσαάκιος οὗτος ἐν τοῖς Ῥωμαίοις,
ἰθύνας τὸ βασίλειον καλῶς ἐν χρόνοις δέκα,
χρηστὸς ἀνὴρ ἀναφανεὶς καὶ ποθητὸς τοῖς πᾶσι.
τί γέγονε μετέπειτα; παρ' ἀδελφοῦ γνησίου
145 κόρας ὀφθαλμῶν ὁ ῥηθεὶς Ἰσάκιος ἐσβέσθη·

ἦν γὰρ αὐτὸς Ἀλέξιος ὁ μετ᾽ αὐτὸν κρατήσας.
ἔλαβε δὲ τὴν τύφλωσιν πρὸς δύσεως τὰ μέρη
ἐν τῷ ναῷ τῷ φεραυγεῖ τῷ πρὸς τὴν Βίραν ὄντι,
ὃν προσανήγειρε νεὼν γενέτης Ἀνδρονίκου
150 τοῦ πρώην βασιλεύσαντος καὶ παρ᾽ Ἰσαακίου
κάκιστον μόρον εὑρηκώς, ὡς ἄνωθεν ἐρέθη.
ὁ δηλωθεὶς δ᾽ Ἀλέξιος ἐκράτησε Ῥωμαίων,
χαῦνος ἀνὴρ καὶ μαλθακός, ὃς καὶ βαμβακοράβδης
ἔσχε τὴν κλῆσιν δυστυχῶς παρὰ παντὸς τοῦ πλήθους.
155 ὁ τυφλωθεὶς δ᾽ Ἰσάκιος γνήσιον εἶχε παῖδα
καλούμενον Ἀλέξιον, ὃς δυνηθεὶς τοῦ θείου
χεῖρας καὶ βρόχους ἐκφυγεῖν ἔδραμε πρὸς τὴν Ῥώμην,
ἐκτραγῳδῶν τὴν πήρωσιν τούτου πατρὸς τῷ πάπᾳ,
ἣν παρανόμως ἔσχηκε παρ᾽ ἀδελφοῦ γνησίου·
160 ὅθεν εὑρεῖν βοήθειαν ἐζήτει πρὸς τοῦ πάπα,
αὐτὴν τὴν τύφλωσιν πατρὸς ἐνδίκως ἐκδικῆσαι,
ἔχων εἰς τοῦτο συνεργὸν ἕνα τινὰ Λατῖνον,
ὃν εἶχεν οὗτος καὶ γαμβρὸν ἐπ᾽ ἀδελφῇ γνησίᾳ.
συνέβη δὲ καὶ τυχηρῶς τοὺς πρὸ μικροῦ ῥηθέντας
165 γενναίους ἄνδρας Ἰταλοὺς σὺν στόλῳ μεγιστάτῳ
πρὸς Ῥώμην εἰσελθεῖν αὐτούς, καὶ βουλομένους μᾶλλον
τὴν πόλιν Ἀλεξάνδρειαν αὐτὴν τὴν Παλαιστίνην
καταλαβεῖν καὶ τοὺς ἐχθροὺς τοὺς τοῦ σταυροῦ φονεῦσαι

ἔφυγεν οὖν Ἀλέξιος εἰς Ῥώμην καὶ πρὸς πάπαν.

fol. 4. εἰσῆλθον πρὸς τὴν Βύζαντος οὗτοι σὺν Ἀλεξίῳ.

καὶ τάφον τὸν δεσποτικὸν αὐτοὺς ἐλευθερῶσαι.
170 ἐζήτουν δὲ μετὰ βουλῆς τοῦτο γενέσθαι πάπα,
αὐτοῦ δὲ πάσας τὰς εὐχὰς συμμάχους προσλαβέσθαι.
ὁ δ᾽ οὐ κατένευσεν αὐτοὺς τὰ βουλητέα πρᾶξαι,
αὐτὴν ἰσχὺν Ἀγαρηνῶν μέγα προσδειλιάσας,
ἀλλ᾽ ἔφησεν αὐτοὺς ἐλθεῖν σὺν πάσῃ τῇ δυνάμει
175 μετ᾽ Ἀλεξίου τοῦ παιδὸς πρὸς Κωνσταντίνου πόλιν
καὶ τὴν βασίλειον ἀρχὴν αὐτῷ προσεπιδοῦναι,
αὐτὴν τὴν ἀδικίαν δὲ πατρὸς διεκδικῆσαι,

αὐτὸ προκρίνας δίκαιον παρ' Ἰταλοῖς γενέσθαι,
εἰπὼν καὶ τούτοις ὕστερον ὡς καὶ τροφὰς καὶ κόπυς
180 μέλλουσιν οὗτοι προσλαβεῖν παρ' Ἀλεξίου πάσας.
τὸ τάχος οὖν Ἀλέξιον λαβόντες οἱ Λατῖνοι
μετά γε τῆς δυνάμεως πάσης αὐτῶν καὶ στόλου
ἀνῆλθον πρὸς τὴν Βύζαντος, καθὼς ὁ πάπας ἔφη.
ἱππαγωγοὺς οὖν δρόμωνας εἶχον ἑκατὸν δέκα,
185 νῆας μακρὰς ἑξήκοντα μεγιστοτάτας οὔσας,
ἑτέρας δε μαχίμους ναῦς, ὑψηλοτάτας πάνυ,
πλείους τῶν ἑβδομήκοντα τὸν ἀριθμὸν καὶ ταύτας.
εἶχον δ' ἱππότας χωριστοὺς ἐνόπλους καταφράκτους,
ἄνδρας χιλίους μετρητοὺς ὄντας καβαλλαρίους,
190 καὶ χιλιάδας πεζικὰς τριάκοντα καὶ πλείους.
ὅτε γοῦν ἦλθον Ἰταλοὶ πρὸς πόλιν Κωνσταντίνου,
ἔτρεχε μὴν Ἰούλιος, ἔτος δ' ὑπῆρχε μέγα
ἑξακισχίλιον αὐτὸ σὺν τοῖς ἑπτακοσίοις,
πρὸς τούτοις ἄλλοις ἕνδεκα χρόνοις μεμετρημένοις.
195 οἱ δὲ Λατῖνοι πόλεμον στήσαντες ἐν τῇ πόλει
μεγάλως ἐξεθάμβησαν ταύτην ἀπὸ θαλάσσης.
Ἄγγελος ἦν Ἀλέξιος ὁ τότε βασιλεύων,

ἀπὸ θαλάσσης Ἰταλοὶ μάχονται Βυζαντίῳ.

ὃς πρῶτον ἀπετύφλωσεν ὁμαίμονα τὸν τούτου,
τὸν Ἄγγελον Ἰσάκιον, ὡς ἄνωθεν ἐρέθη.

---

fol. 7 *v.* Ἐν ταῖς ἡμέραις οὖν αὐτοῦ καὶ τοῦ τροπαιοφόρου
περιβοήτου μάρτυρος ἠγέρθη Γεωργίου
δόμος ὁ καλλιστότατος πρὸς πύλην τὴν Χαρσίαν·
ὡς ἀναγκαίαν γὰρ αὐτὴν εἰπεῖν τὴν ἱστορίαν
5 βούλομαι, καὶ τοῖς θέλουσιν τὸ θαῦμα τοῦ μεγίστου
καὶ θείου χριστομάρτυρος δεῖξαι καθὼς ἐπράχθη.
ἔκπαλαι καθιστόρητο παρὰ τῶν ὀρθοδόξων
ὁ κάλλιστος ἐν μάρτυσιν ἐν πύλῃ Χαρισίου,
ἔφιππος, ἔνδον τῆς στοᾶς εἰς ἣν καὶ καθορᾶται

10 θαύματα μεγιστότατα ποιῶν τοῖς βϋλομένοις.
ὡς δὲ τὸ κράτος Μιχαὴλ ὁ Κομνηνὸς κατέσχε,
μετὰ πολλοῦ στρατεύματος καὶ πάσης τῆς ἰσχύος
ἅπαντα τὰ τῆς δύσεως μέρη κατετροποῦτο,
ἔχων συμμάχους τοὺς καλοὺς ὁμαίμονας τοὺς δύο,
15 μεθ' ὧν πρὸς πόλιν ἔφθασε καλλίστην Σηλυβρίαν.
ὁ βασιλεύων δ' Ἰταλὸς ἐν πόλει Βαλδουῖνος,
τὴν τῶν Ῥωμαίων ἔφοδον μέγα προσδειλιάσας,
ἔκλεισε πύλας πόλεως πάσας τὰς τῆς ἠπείρου,
λίθοις μεγάλοις καὶ μοχλοῖς κατοχυρώσας ταύτας,
20 πύλην ἐάσας ἀνοικτὴν τὴν ποταμοῦ πλησίον,
εἰς ἣν τῆς μάρτυρος ναὸς Κυριακῆς ὁρᾶται.
ὅθεν καὶ μίαν ἐξελθὼν σὺν μετρητοῖς ἱππέοις
καὶ τὴν ὁδὸν ἐρχόμενος τὴν φέρϋσαν πρὸς πύλην,
εἰς ἣν ὁ μάρτυς ἵσταται κλειδοῦχος Χαρισίου,
25 τὸν θαυμαστὸν ἐν μάρτυσιν ἔβλεψε στρατιώτην
κατέμπροσθεν βαδίζοντα καὶ φθάνοντα πρὸς πύλην.
ὃς Βαλδουῖνος ἔφησε τάχος τοῖς σὺν ἐκείνῳ
"τίς ὁ φαινόμενος ἡμῶν ἔμπροσθεν στρατιώτης;"
ἐκεῖνοι δ' ἀπεκρίθησαν μή τινα βλέπειν μᾶλλον.
30 ὁ γοῦν φανεὶς μόνος αὐτῷ μέχρι τῆς πύλης φθάσας
ἄφαντος ὅλος γέγονεν· ὅθεν ὁ Βαλδουῖνος
ὡς φάντασμα τὸ γεγονὸς οὐκ ἀληθὲς ἐφρόνει.
καὶ πάλιν ἀπερχόμενος ἐκεῖ καὶ δὶς καὶ τρίτην
ἔβλεπε τὸν φαινόμενον σχήματι στρατιώτου
35 ἔμπροσθεν ἀπερχόμενον μέχρις αὐτῆς τῆς πύλης,
κἀκεῖσε μὴ βλεπόμενον ἀλλ' ἀφαντοῦντα τοῦτον.
λοιπὸν αὐτὸς ὁ βασιλεὺς ἔφησε τοῖς παροῦσιν
"οὐ λέγω τὸν βλεπόμενον ὡς φάντασμα προσεῖναι·
μᾶλλον δεικνύει πρόσωπον φαιδρὸν ὥσπερ ἡλίου,
40 καί μοι δοκεῖ θειότερον εἶναι τὸ πρᾶγμα τοῦτο."
εἷς δὲ τῶν ὄντων σὺν αὐτῷ, πρὸς θείας ἐπιπνοίας
γνωρίσας τὸν φαινόμενον, τῷ βασιλεῖ προσεῖπεν
εἶναι αὐτὸν τὸν μάρτυρα τὸν ἔνδοθεν οἰκοῦντα
τῆς Χαρισίου πύλεως στοιᾷ τῇ σμικροτάτῃ.

45 πιστεύσας οὖν ὁ βασιλεὺς καλῶς τὰ λαληθέντα
ἀπῆλθε πρὸς τοῖς ὄπισθεν τὸ τάχος χαρᾷ πλείστῃ,
καὶ πρὸς τὴν πόλιν εἰσελθὼν ἔδραμε πρὸς τὴν πύλην
τοῦ Χαριτίου κατιδεῖν τὸν ἄνδρα τὸν φανέντα.
ὅθεν καὶ τρόμῳ προσελθὼν εἶδε τὸν στρατιώτην
50 ἔφιππον καθιστάμενον, ὃν ἔξωθεν ἑώρα.
καὶ τούτου θείαν δύναμιν μεγάλως ἀνυμνήσας
προσέταξε τῷ ψάλλοντι πρεσβύτῃ Δημητρίῳ
τῷ θείῳ μάρτυρι ναὸν ταχίστως ἀνεγεῖραι·
ὅττις καὶ προσανήγειρε τοῦτον μετὰ μαρμάρων,
55 πάνυ σμικρότατον αὐτὸν καλῶς κατασκευάσας,
ἐντέχνως σοφισάμενος ὡς εἰ συμβαίῃ ταύτην
ἐπανοιχθῆναι πώποτε τὴν πύλην τοῦ Χαρσίου
τὴν εἰσοδοδιέξοδον ἔχειν ἀνεμποδίστως,
ὡσαύτως καὶ τὸν μάρτυρα τὸν θεῖον οἶκον τοῦτον.
60 ὡς δὲ κατέσχεν ὕστερον Ἀνδρόνικος τὸ κράτος,
ὁ γόνος ὁ τοῦ Μιχαὴλ πρώτου Παλαιολόγου,
ἔρρευσεν αἷμα κρουνηδὸν ἐκ θείου τοῦ προσώπου
τούτου τοῦ χριστομάρτυρος ἐπὶ πολλαῖς ἡμέραις,
ὥστε καὐτὸν τὸν ἄνακτα μαθεῖν τὰ περὶ τούτου,
65 ὃς προσελθὼν καὶ κατιδὼν ἐν ὀφθαλμοῖς τὸ πρᾶγμα
οἰκείαις τούτου ταῖς χερσὶ κατασφογγίζει τοῦτο.
ὁρῶντος οὖν τὸν μάρτυρα πάλιν ἐκ τοῦ προσώπου
αἷμα πολὺ κατέρρευσε, καὶ μεῖζον τοῦ προτέρου.
ὅθεν αὐτὸς ὁ βασιλεὺς μετὰ δακρύων ἔφη
70 „ὦ χριστόμαρτυς ἔνδοξε, τοῦτο φθορὰν σημαίνει
Χριστιανῶν καὶ τῆς ἐμῆς ἀρχῆς καὶ βασιλείας.“
ὃ μετ᾽ ὀλίγον γέγονε, καὶ πέπτωκε τῆς δόξης
καὶ γέγονεν Ἀντώνιος οὗτος ἀντ᾽ Ἀνδρονίκου.
ὁρᾷς καὶ τὸν Λασκάριον μικρὸν ἐκδικηθέντα.
75 ἀναλαβέτω τοιγαροῦν ὁ λόγος τοῖς προτέροις.

---

fol. 10 r. Ὁ Μιχαήλ, ὡς εἴρηται, σὺν πλείστῃ τῇ δυνάμει
μαχόμενος τὸ φρούριον οὐκ ἴσχυσε λαβέσθαι,

καί τοι πρὸς μάχην τὴν αὐτοῦ καὶ πετροβόλα μᾶλλον
κατασκευάσας ὄργανα καὶ τοὺς κριοὺς τῇ κλήσει
5 πρὸς τὴν τῶν τειχῶν ἔκκρουσιν. ἀλλ᾽ ἄπρακτος ἐδείχθη·
εἶχε καὶ γὰρ τὸ φρούριον δύναμιν πρὸς Λατίνων.
ὅθεν καὶ καθυπέϛρεψε πάλιν πρὸς Σηλυβρίαν.
οἰκονομήσας δὲ καλῶς τῆς δύσεως τὰ μέρη
πρὸς τὴν ἑώαν ἐκπερᾷ μετὰ τῶν ϛρατευμάτων.
10 εἶτα πρὸς Καίσαρος ἀρχὴν Ἀλέξιον προκρίνας
ἄνδρα τὸν Στρατηγόπουλον ἄριϛον ὄντα πάνυ,
πρὸς μέρη τὰ τῆς δύσεως ἔϛειλε παραυτίκα
σύν τε ϛρατεύμασι πολλοῖς ταῦτα καλῶς συϛεῖλαι,
εἰπὼν αὐτῷ καὶ καθ᾽ ὁδοῦ τὸ ξίφος ἐπισεῖσαι
15 αὐτοῖς τοῖς οὖσιν ἔσωθεν Λατίνοις ἐν τῇ πόλει.
αὐτὸς δ᾽ ὁ Καῖσαρ ἀπελθὼν μετὰ τῶν ϛρατευμάτων,
καὶ δυτικοῖς ἐν μέρεσι τῇ πόλει πλησιάσας,
χόρτον δὲ πλεῖϛον ἐφευρὼν καὶ ποταμὸν σὺν τούτῳ,
ἐκέλευσε τὸ ϛράτευμα καλῶς ἀναπαυθῆναι.
20 προσῆλθον οὖν τῷ Καίσαρι κειμένῳ τοῖς ἐκεῖσε
ἄνδρες ἀπὸ τῆς πόλεως τὴν τύχην ἰδιῶται,
φάσκοντες τοῦτον εἰσελθεῖν ἀφόβως ἐν τῇ πόλει.
ὁ δὲ "καὶ πῶς;" αὐτοῖς φησίν. οἵ τινες πάλιν εἶπον
"ὁ ϛόλος ἅπας Ἰταλῶν τῶν ὄντων ἐν τῇ πόλει
25 ἀπῆλθεν ἐν τοῖς μέρεσιν ἄνωθεν Δαφνουσίας,
καὶ δύναμις οὐ πάρεϛιν ἔσωθεν τοῖς Λατίνοις.
ἡμεῖς δέ σοι τὴν εἴσοδον ἐκ τῶν ὑδραγωγέων
ποιήσομεν ἀκίνδυνον. εἴσελθε γοῦν ἀφόβως."
ὁ ἐπιβλέπων τὴν αὐτῶν εὐτέλειαν μεγίϛην
30 εἶπε τῷ προσαγγέλλοντι "πῶς σὺ καλῇ τὴν κλῆσιν;"
"ὁ Κουτριτζάκης" ἔφησε πρῶτος αὐτὸς "καλοῦμαι."
ὁ Καῖσαρ δ᾽ ἀδελφόπαιδα γνήσιον εἶχε τότε,
καλούμενον Ἀλέξιον, ὃς ἐκαλεῖτο μᾶλλον
ἐκεῖνος Ἀλεξόπουλος ὡς νέος ὢν τῷ χρόνῳ.
35 τὰ Κουτριτζάκη γοῦν αὐτὸς Ἀλέξιος ἀκούσας
ἔφησε πρὸς τὸν Καίσαρα "καλῶς ὁ Κουτριτζάκης
τῆς πόλεως τὴν εἴσοδον ἡμῖν καθυπουργήσει.

δεῖ τελεσθῆναι, δέσποτα, τὸν προῤῥηθέντα λόγον,
Ἀλέξης, Ἀλεξόπουλος, σὺν τούτοις Κουτριτζάκης.
40 ὁ πρῶτος οὖν Ἀλέξιος Καῖσαρ αὐτὸς ὑπάρχεις,
ὁ δ' Ἀλεξόπουλος ἐγώ, τρίτος ὁ Κουτριτζάκης.
συνέδραμον ἀμφότερα· πεισθῶμεν μᾶλλον τούτῳ."
ὅθεν ὁ Στρατηγόπουλος πεισθεὶς τοῖς λόγοις τούτου
πᾶσαν αὐτοῦ τὴν δύναμιν ἔφησεν ὁπλισθῆναι.
45 εἰσῆλθεν οὖν μέχρι ναοῦ πηγῆς τῆς θειοῦ
μετά γε τοῦ στρατεύματος, νυκτὸς ἐπεισελθούσης,
τὸν Κουτριτζάκην ἐν χερσὶ φέρων τὸν προῤῥηθέντα.
ὃς καὶ προσέταξεν εὐθὺς ἄνδρας πεντακοσίους
καθωπλισμένους εἰσελθεῖν ἀπὸ τῶν ὑδραγωγῶν,
50 τοὺς ὀμωκότας σὺν αὐτοῖς ἐλθεῖν ἔσω προσττάξας·
οἵ τινες ἐκπηδήσαντες ὡς λέοντες αὐτίκα
εἰσῆλθον ἔνδον πόλεως, ἀκώλυτον εὑρόντες
τὴν εἴσοδον, καὶ πρὸς πηγῇ ἦλθον τὴν πύλην τάχει.
ἦν δ' αὕτη πύλη πρότερον κλεισθεῖσα πρὸς Λατίνων,
55 λίθοις μεγάλοις καὶ μοχλοῖς στεῤῥοῖς ἀσφαλισθεῖσα·
ὅθεν καταχαλάσαντες τὴν ἐνδοτέραν ὕλην
fol. 11 r. ποιοῦσιν ἀνεμπόδιστον εἴσοδον τοῖς Ῥωμαίοις,
ἄνωθεν εὐφημήσαντες τὸν ἄνακτα Ῥωμαίων.
εἰσῆλθεν οὖν Ἀλέξιος ὁ Καῖσαρ ἐν τῇ πόλει
60 μετὰ παντὸς στρατεύματος καὶ πάσης τῆς ἰσχύος·
ὃς καὶ προσέταξεν εὐθὺς πάντας τοὺς μαχομένους
τοὺς Ἰταλοὺς ὡς πρόβατα καὶ βόας κατασφάττειν.
οἱ δὲ Λατῖνοι βλέψαντες τὴν δύναμιν Ῥωμαίων,
καὶ πρὸς αὐτὸν τὸν πόλεμον στῆναι μὴ δυνηθέντες,
65 ἔφευγον ἐν τοῖς μέρεσιν τοῖς παραθαλασσίοις.
γέγονε τοίνυν ἡ τροπὴ μεγάλη τῶν Λατίνων,
τὴν πρώτην ἐκνικήσασα τὴν ἔκπαλαι Ῥωμαίων.
φεύγει καὐτὸς ὁ βασιλεὺς Λατίνων Βαλδουῖνος,
κατακλεισθεὶς τοῖς ἔσωθεν μεγάλοις παλατίοις.

Append. Class. 7 Cod. 20.

(Nann. n. 242)

Papier, in Quarto, ohne Anfang und Ende, von den ältesten Zeiten bis auf Romanos Diogenes reichend.

fol. 209 Θεοδόσιος μετὰ ϛόλου παρεκάθητο τὴν Νίκαιαν. ἐπεὶ δὲ μόνον τὸν καιρὸν ἐδιάβαζαν, ἀμὴ τίποτε οὐδὲν ἐδύνοντο νὰ ποιήσουν, ὅτι ἀπέσω εἶχασιν πολεμίους δυνατούς, τότε ἔπεσαν εἰς ξένια καὶ εἰς τὰ δῶρα, καὶ ἐξενίασαν τοὺς βιγλατόρους καὶ ἔδωκάν τους πράγματα πολλά, καὶ ἐπροδώσασιν τὸ κάϛρον τὴν νύκταν, καὶ εἰσέβησαν ἔσω ὥσπερ θηρία, ὅταν ἦσαν ὅλοι εἰς τὸν ὕπνον, καὶ ἐποίησαν εἰς τὰ μεγάλα ὀσπίτια κούρσος μέγα, καὶ ἐδίωξαν τοὺς πλουσίους καὶ ἐνδόξους γυμνοὺς καὶ πένητας, καὶ ἐστερέωσαν τὴν βασίλειαν τῷ Θεοδοσίῳ. καὶ ὤμοσεν ὅρκους φρικτοὺς τὸν Ἀναϛάσιον ὅτι νὰ μηδέν τον δώσει κανένα κίνδυνον ἢ βλάβην, ἂν μόνον κόψῃ τὰ μαλία του καὶ γένηται μοναχός. καὶ ἄλλον τίποτε οὐδέν τον ἐποίησεν κακὸν παρὸ ὅτι ἐριϛίασέν τον καὶ ἦτον εἰς μοναϛήριν.

ἀλλὰ καὶ τὸν Θεοδόσιον γοργά τον ἀφῆκεν τῆς βασιλείας τὸ ὕψος. ὁ γὰρ Ἴσαυρος Λέων θηριώδη μὲν καὶ μανικὴν ἔχων ψυχὴν καὶ γνώμην, καὶ πατρίκιος μὲν τὴν ἀξίαν, ἐστρατήγει καὶ ἦρχε τοῦ ἀνατολικοῦ φουσάτου, καὶ ἐμελέτησεν κατὰ τοῦ ἀποστασίου Θεοδοσίου. εἶχε δὲ συνεργὸν εἰς τοῦτο καὶ συγκροτητὴν Ἀρτάβασδον, ἄνδρα περίδοξον καὶ ὀνομαστόν. εἶχέν τον δὲ γαμβρὸν εἰς τὴν κόρην του. ὁ γοῦν βασιλεὺς Θεοδόσιος μαθὼν τὴν ἀποστασίαν τοῦ Λέοντος, καὶ φοβηθεὶς εἰς τὴν ἐκείνου λύσσαν καὶ ἀγριότητα, χωρὶς πολέμου καὶ μάχης ἀφῆκεν μετὰ εἰρήνης μόνος του τὴν βασιλείαν καὶ ἐφόρεσεν μαῦρα.

καὶ ἐβασίλευσεν Λέων ὁ Ἴσαυρος τῶν Ῥωμαίων εἰς ἀφανισμὸν καὶ ἀπώλειαν τοῦ κόσμου τούτου, παραχωρήσαντος θεοῦ διὰ τὰς πολλὰς ἡμῶν ἁμαρτίας τὰς δεινὰς καὶ ἀμέτρους. ἤρξατο γὰρ μὲ πολλοὺς πολέμους τῆς ἐκκλησίας καὶ ζάλη μεγάλη καὶ ἀνυπόφορος καὶ πάλιν θάνατοι ἄδικοι καὶ σφαγαὶ ἀνθρώπων καὶ βία καὶ θλίψις ἀβάστακτος. οὗτος γὰρ ὁ τρισκατάρατος Λέων εἶχεν καὶ ἐξ ἀρχῆς εἰς τὸν νοῦν του νὰ ποιήσῃ πονηρὰ κατὰ τοῦ Χριϛοῦ καὶ τῶν εἰκόνων· πλὴν οὐδὲν εἶχεν δύναμιν νὰ φανερώσει τὴν γλῶσσαν καὶ τὴν κακίαν του. ὕϛερον, ὡς ἔτυχε καιροῦ καὶ δυνάμεως καὶ παρρησίας, ἐξέρασεν τὴν πικρίαν καὶ τὸ κακὸν τῆς ψυχῆς του. πλὴν ἀναγκαῖον ἔνε νὰ εἴπωμεν πόθεν ἦσαν τὰ γένη τὰ τούτου τοῦ Λέοντος καὶ ποῦ ἀνετράφη καὶ πῶς ἦλθεν εἰς τὴν βασιλείαν.

οὗτος γοῦν ἐγενήθη εἰς τὴν Ἰσαυρίαν ἀπὸ πτωχῶν καὶ ταλαιπώρων γονέων. ὡς γοῦν ἀνετράφη καὶ ἦλθεν εἰς ἡλικίαν, ἐπεριεπάτει καὶ ἐδούλευε καὶ παρελάλη ἄλογα καὶ ἔζη. μίαν γοῦν ἡμέραν ὑπήγενεν εἰς τὴν στράταν ὡς δουλευτὴς ἑνὸς πραγματευτοῦ, καὶ παρελάλη ὀμπρός του γαδούρην φορτωμένον κοντριαρήδην, ὅτι ποτέ του οὐδὲν ἐχόρτασεν. καὶ συντροφίασεν εἰς τὴν στράταν Ἑβραίους στρατοκόπους, καὶ τὸ μεσημέρην ἐπέζευσαν εἰς τόπον νὰ ἀναπαυθοῦσιν. ὁ γοῦν Λέων ἀπὸ τὸν πολὺν κόπον ἔπεσεν καὶ ἐκοιμᾶτον· οἱ Ἑβραῖοι δὲ ἐβλέψαντο πρὸς ἀλλήλους, καὶ εἴτε ἀπὸ μαγικῆς τέχνης εἴτε ἀπὸ σημείων τινῶν ἐξύπνισάν τον καὶ εἰπάν τον ὅτι θέλει βασιλεύσει, ἐζήτησαν δὲ μὲ ὅρκους ὅτι, ὅταν θέλῃ βασιλεύσει, νὰ τοὺς δώσει μισθὸν τῆς προφητείας τους ζήτημα τὸ νὰ ζητήσουν. ἤκουσεν ταῦτα ὁ ἀσεβὴς ἐκεῖνος, καὶ κατένευσεν εὔκολα εἰς τὸ θέλημάν τους ἐπὶ ἀπωλείᾳ τῆς ψυχῆς του καὶ τῆς τύχης τῶν Ῥωμαίων. ὡς γοῦν κατὰ καιρὸν ἐγνωρίσθη εἰς τοὺς ἄρχοντας καὶ εἰς τοὺς κεφαλάδας τῶν πόλεων, καὶ εἶδάν τον γενναῖον καὶ τολμηροκάρδιον, κατὰ μικρὸν ἐγένετο πατρίκιος καὶ μέγας στρατάρχης καὶ τελευταῖον βασιλεύς. ὡς δε ἐμάθασιν οἱ Ἑβραῖοι τὴν ἀνάρρησιν τοῦ θεομισοῦς τούτου καταράτου, ἔφθασαν συντόμως εἰς τὴν Κωνσταντίνου πόλιν, καὶ ἐφάνησαν ὀμπρός του, καὶ ἐζήτησαν τὸν μισθὸν κατὰ τοὺς ὅρκους καὶ τὴν ὑπόσχεσίν του. πλὴν οὐδὲν ἐζήτησαν χρυσὸν ἢ ἄργυρον ἢ λίθους ἢ πλοῦτον ἢ χώρας ἢ τίποτε ἄλλον μικρόν, ἀλλὰ τὴν κατάλυσιν τῶν ἁγίων εἰκόνων καὶ τῆς Χριστιανικῆς εὐσεβείας καταστροφήν. εἴπασίν τον γὰρ ὅτι ἐὰν σηκώσῃς τὰς εἰκόνας ἀπὸ τὴν ἐκκλησίαν, θέλει μακρονημερεύσει ἡ βασιλεία σου, καὶ ἡ ἀρχή σου θέλει παρασταθῇ εἰς χρόνους πολλούς. ἤκουσεν ὁ ἀπαίδευτος ἐκεῖνος, καὶ ἐπείσθη τῆς στομάχης ὁ υἱὸς τοῦ διαβόλου τῆς ἐγγόνης τοῦ σατανᾶ. ἀπέστειλεν γοῦν καὶ ἐλάλησεν τὸν πατριάρχην Γερμανὸν τὸν ἁγιώτατον, καὶ ἐσύντυχεν καὶ ἐβουλεύθη τον περὶ τῆς καταλύσεως τῶν εἰκόνων. ὁ δὲ πατριάρχης ἀκούσας τοῦτο ἐτρόμαξεν, καὶ εἶπεν "μὴ γένοιτο, βασιλεῦ, ὅτι εἰς τὴν ἡμέραν σου νὰ γένῃ τοιαύτη ἀσέβεια καὶ ἀδικία εἰς τὴν ἐκκλησίαν, ἀλλὰ οὐδὲ ἀκουσθῇ τοῦτο εἰς τοὺς Χριστιανούς· φήμη γὰρ διαβαίνει εἰς ἡμᾶς ὅτι μέλλει νὰ ἔλθει ἡ ἀπιστεία αὕτη, ἀλλὰ εἰς ἡμέραν Κόνωνός τινος ὀνομαζομένου." ἀκούσας δὲ τοῦτο ὁ Λέων ἥρπασεν τὸν λόγον καὶ εἶπε μετὰ περιχαρείας "ἐγὼ ἦμαι ὁ Κόνων· οὕτως γὰρ ἐλέγασι τὸ ὄνομά μου ἀπὸ μικρόθεν." καὶ πάλιν ὁ πατριάρχης ἐσύντυχε καὶ ἐδίδαξέν τον πολλά. καὶ ὡς τὸν εἶδεν ὅτι οὐδὲν δέχεται τοὺς λόγους του, ἐστράφη καὶ εἶπέν τον ὅτι ἐγὼ ἀποτινάσσομαι τὴν ἁμαρτίαν ἀπάνω μου, καὶ οὐδὲν κοινωνῶ εἰς ταύτην τὴν παράνομόν σου θέλησιν καὶ βουλήν. τότε ἐθυμώθη ὁ θηριώδης λέων, καὶ ὕβρισεν τὸν πατριάρχην πολλά, καὶ ἐξέβαλέν τον ἀπὸ τὸν θρόνον του ὁ κακὸς λύκος τὸν ἀγαθὸν ποιμένα, καὶ ἤφερεν ἄλλους λύκους ψυχοφθόρους καὶ ἀσεβεῖς, καὶ διεσπάραξεν τὴν συνερ-

γίαν τους τὴν καλὴν μάνδραν τοῦ Χριστοῦ, καὶ ἔσβεσεν τὴν εὐμορφίαν τῆς ἐκκλησίας, καὶ κατέλυσεν τὰς ἁγίας εἰκόνας, καὶ ἐποίησεν τοὺς ναοὺς σκοτεινοὺς καὶ ζοφώδεις, καὶ ἐποίησεν τὴν πίστιν τῶν Χριστιανῶν γέλωτα καὶ παίγνιον καὶ παρανάλωμα εἰς τὰς ἄλλας γενεάς, καὶ ἐποίησεν ἀγανάκτησιν μεγάλην εἰς τοὺς μοναχοὺς καὶ ἀσκητάς, καὶ ἔθλιψεν πάντας τοὺς ὀρθοδόξους, καὶ τὸ κακόν του ἄκρον οὐκ εἶχεν. ὅμως ἀπὸ τὰς ἀνομίας τὰς ἐποίησεν καὶ ἀδικίας καὶ ἀπιστείας ἡ μία, ὁποῦ θέλει, λαληθῇ τόρα, νὰ δείξῃ καὶ τὰς ἄλλας, ὅτι καὶ ὁ κόρακας φαίνεται ἀπὸ τὴν μαυράδαν του καὶ ἡ ὄχεντρα ἀπὸ τὸ φαρμάκην της.

κοντὰ εἰς τὸν ναὸν τῆς ἁγίας Σοφίας ᾠκοδόμησαν οἱ πρώην βασιλεῖς οἶκον λαμπρὸν καὶ ὡραῖον καὶ μέγιστον· καὶ ὅπου δ' ἂν ηὕρασιν βιβλία χρήσιμα καὶ καλά, ἤφεράν τα εἰς τὸν μέγαν οἶκον ἐκεῖνον ὥσπερ θησαυρὸν πολύτιμον. καὶ ἦσαν τὰ τεθέντα βιβλία χιλιάδες λγ'. καὶ τὸν οἶκον ἐκεῖνον ὠνόμασάν τον παράδεισον σοφίας. ἔθηκαν δὲ οἱ βασιλεῖς ἀπάνω τοῦ παραδείσου ἐκείνου ἐπιστάτην καὶ ἄρχοντα ἄνδρα θεῖον καὶ ἐνάρετον, προέχοντα τῶν ἄλλων σοφῶν ἐν λογικῇ γνώσει καὶ ἐπιστήμῃ, ἄξιον θαύματος καὶ τιμῆς, καὶ μεγάλων ἀγαθῶν αἴτιον. ἦσαν δὲ μετ' αὐτοῦ ἕτεροι ἄνδρες δώδεκα σοφώτατοι καὶ φρονιμώτατοι καὶ ἐκλελεγμένοι ὥσπερ ὑποστράτηγοι εἰς γενναῖον καὶ ἄριστον στρατηγόν. καὶ εἶχασιν ἀπὸ τοὺς βασιλεῖς καὶ ἀπὸ τοὺς μεγιστάνους τιμὴν τὴν πρέπουσαν καὶ δωρεὰς καὶ εὐεργεσίας μεγάλας, καὶ ἦσαν διὰ τιμὴν καὶ καύχημα τῆς βασιλείας τῶν Ῥωμαίων. καὶ ἦσαν δυνατοὶ ἐν ἔργῳ καὶ λόγῳ νὰ λύουσιν τὰ σκοτεινὰ τῆς γραφῆς, νὰ ἀντιστομίζουσιν πᾶσαν αἵρεσιν καὶ πᾶσαν συμπλοκὴν καὶ τέχνην τῶν ἄλλων γενεῶν. καὶ εἴ τις ἐπόθει νὰ μάθῃ, ἔτρεχεν εἰς ἐκείνους καὶ χωρὶς μισθὸν ἐπαιδεύετο πᾶσαν σοφίαν. καὶ οὐδὲν ἦτον μάθημα ἐπὶ τῆς γῆς ἀπὸ τὴν ἔξω σοφίαν καὶ ἀπὸ τὴν καθ' ἡμᾶς ὅτινά τους ἐλάνθανε τίποτε. καὶ τόσον ἦτον ἡ γνῶσις αὐτῶν καὶ ἡ ἀρετὴ ὅτι οὐδὲ οἱ βασιλεῖς αὐτοὶ ἐπολεμοῦσαν τίποτε χωρὶς νὰ ἐπάρουν τὴν βουλὴν καὶ τὸ θέλημάν τους. τούτους γοῦν τοὺς καλοὺς σοφοὺς ἀνθρώπους, τὸ μέγα καύχημα τῶν Ῥωμαίων, ἐβιάζετο ὁ βασιλεὺς νά τους φέρῃ εἰς τὴν κακήν του ὄρεξιν καὶ νὰ συγκαταβοῦσιν εἰς τὴν αἵρεσιν καὶ ἀσέβειαν τῆς ψυχῆς του. ὡς δὲ μετὰ κολακείας καὶ ἀπειλὰς καὶ ὑποσχέσεις καὶ μὲ πᾶσαν τέχνην ἐδοκίμασεν αὐτοὺς καὶ ηὗρέ τους ἀσαλεύτους καὶ ἀταπεινώτους, βουλὴν βουλεύεται φεῦ κακὴν καὶ ἀπάνθρωπον, βουλὴν παράνομον καὶ ἄτοπον. ὥρισεν γάρ, καὶ ἐσώρευσαν ὕλην περισσήν, ξύλα καὶ κλαδία καὶ δαδία καὶ κλήματα. προσέθηκαν δὲ καὶ καλάμην καὶ πίσσαν καὶ τιάφην, καὶ ὅσα εἶνε εἰς τὸ πῦρ ἕτοιμα. καὶ περιεκύκλωσαν τὸν περίδοξον καὶ περικαλλῆ οἶκον ἐκεῖνον, καὶ ἐφῆψεν πῦρ, καὶ κατέκαψεν τοὺς ἱεροὺς ἄνδρας ἐκείνους καὶ τὰ πολύτιμα βιβλία, ὢ ψυχῆς μιαρᾶς καὶ ἀθεωτάτης! καὶ ἐξέκοψεν τὸν ὀφθαλμὸν

τῆς πόλεως καὶ τὴν τιμὴν τῶν Ῥωμαίων. ἦσαν γὰρ ἐκεῖ βιβλία ἀπὸ πάντων μαθημάτων τῶν παλαιῶν καὶ τῶν νέων. ἦτον καὶ ἕνα κοντάκην μέγα, καὶ ἦσαν τὰ χαρτία του δράκοντος ἔντερα, καὶ εἶχεν γραμμένα τὰ βιβλία τοῦ Ὁμήρου. ἀπὸ τοῦτο τὸ ἀνόσιον ἔργον τὸ ἐποίησεν, νὰ γνωρίσῃ πᾶς ἄνθρωπος τὴν κακὴν καὶ λυσσάδη ψυχὴν αὐτοῦ.

ἐπεὶ δὲ ἐβασίλευσεν χρόνους ἱκανοὺς τὸ τρισκατάρατον θηρίον καὶ ἔμελλεν νὰ ἀποθάνῃ, εἴχασιν οἱ Ῥωμαῖοι ἐλπίδα μεγάλην ὅτι ἐκεῖνος ὅπου νὰ βασιλεύσει ἀντίχῃ, νὰ γένηται ἡμερώτερος καὶ καλογνώμων. ἀλλὰ ὁ λέων ἐκοιμήθη καὶ ἐπήδησεν ἡ πάρδαλις, καὶ ἡ ῥίζα ἐχώσθη καὶ ὁ πικρὸς κράδος ἀνεφάνη. ὡς γὰρ ἀπέθανεν ὁ Λέων, ἐβασίλευσεν Κωνσταντῖνος ὁ κοπρώνυμος ὁ υἱὸς αὐτοῦ, ὄχεντρα ἀπὸ τὴν ἀσπίδα καὶ ἀπὸ τὸν σκορπίον δράκων καὶ λύκος αἱματοπότης, ἄνθρωπος μάγος καὶ διαβολεύς, καὶ χοῖρος βορβοροφάγος ἀκόλαστος καὶ ἀσελγέστατος. καὶ πᾶσαν τέχνην κακὴν καὶ πᾶσαν πονηρίαν ἐπενοήθη διὰ νὰ θλίψει τὸν λαόν του. καὶ ἔχρισεν τὰς ἐκκλησίας πηλὸν καὶ ἄσβεστον, καὶ ἐσκέπασεν τὰς μορφὰς τῶν ἁγίων εἰκόνων, καὶ ἐζωγράφησεν ἔσω κυνήγια καὶ ἱπποδρόμια καὶ ἄλλα παραμύθια καὶ ἐξηγήσεις Ἑλληνικάς. καὶ ὅπου ἂν ηὕρισκεν ἱερεῖς ἢ μοναχούς, ἔσφαζέν τους ἀνηλεῶς ὥσπερ ἀρνία, καὶ ἐχάλα τὰ μοναστήρια, καὶ ἐλήστευεν τὰς ἐκκλησίας. καὶ ἔγεμαν οἱ πύργοι καὶ αἱ φυλακαὶ καὶ πᾶς σκοτεινὸς τόπος τοὺς ὀρθοδόξους, καὶ ἦτον πανταχοῦ θλίψις καὶ ἀνάγκη καὶ διωγμὸς μέγας. Ἀρτάβασδος γοῦν ὁ γαμβρὸς Λέοντος, ἰδὼν τὴν τοσαύτην μανίαν καὶ λύσσαν τοῦ δυσσεβοῦς καὶ μισήσας τὴν ἀγριοβάρβαρον τυραννίδα, ἐπῆρεν φουσάτον καὶ ἐπολέμησέν τον καὶ ἐδίωξέν τον εἰς ἀλλοτρίους τόπους, καὶ ἐβασίλευσεν τῶν Ῥωμαίων. καὶ πάλιν ἔλαμψεν ἡ εὐσέβεια καὶ ἀνεκαινίσθη ἡ ὡραιότης τῶν ἐκκλησιῶν, καὶ οἱ ὀρθόδοξοι ἐπαρρησιάσθησαν, καὶ ἐξεκενώθησαν φυλακαί. ἀλλὰ πάλιν ὁ σατανᾶς ἐζήτησεν ὅτινα σινιάσῃ, καὶ νὰ δοκιμάσει τὸν ἐκλεκτὸν λαὸν τοῦ θεοῦ. τί γοῦν ἐγένετο; οὐδὲν ἐβάσταξεν ὁ δράκων ἐκεῖνος ὁ Κωνσταντῖνος τὴν ἀπόπτωσιν τῆς βασιλείας, καὶ ἔχεν μεγάλην συμφορὰν καὶ ἀπαρηγόρητον θλίψιν. καὶ πάλιν ἐβουλεύσατο μὲ τοὺς στρατηγούς, ὅπου ἦσαν ἔξω, καὶ ἐκολάκευσέν τους, καὶ ὑπεσχέθην νὰ τοὺς δώσει δωρεὰς μεγάλας. καὶ εὐθὺς ὑπέκλιναν εἰς τὸν ὁρισμόν του. καὶ ἐσύναξεν δύναμιν μεγάλην καὶ φουσάτον ἰσχυρόν, καὶ ἐπολέμησεν τοὺς ἀντιμάχους του, καὶ ἐνίκησέν τους νίκην κραταιάν. ἐπίασεν δὲ καὶ τὸν Ἀρτάβασδον ζῶντα καὶ ἐτύφλωσέν τον. καὶ πάλιν ἐκάθισεν εἰς τὸν θρόνον τῆς βασιλείας· τοιαῦτα γὰρ ποιεῖ τὸ γύρισμα τοῦ καιροῦ ὅτι καὶ τὸ τριαντάφυλον ἀργῇ νὰ ἀνθήσει καὶ νὰ φανῇ καὶ μαραίνεται γοργὰ καὶ χάνεται, ἡ δὲ πάλη ῥέα ῥέα γέμη την ὅλη ἡ γῆ. οὕτως ἐγένετο καὶ εἰς τὸν ἀκάθαρτον τοῦτον. οἱ ἄλλοι βασιλεῖς οἱ εὐσεβεῖς καὶ ἅγιοι μόνον ἐγεύθησαν τῆς ἐξουσίας τὴν γλυ-

κάδα, καὶ εὐθὺς ἐτελεύτησαν· οὗτος δὲ ὁ μιαρὸς καὶ ἀποστάτης ἐγένετο μακρόβιος καὶ μακροχρόνιος εἰς μεγάλην ἀτυχίαν τῶν Ῥωμαίων, καὶ ἐχόρτασεν τῆς βασιλείας τὸν γλυκασμόν. οὗτος ὁ παράνομος ἐφόνευσεν καὶ τὸν ἱερὸν Στέφανον τὸν νέον, τὸ ὡραῖσμα τῶν μοναχῶν, διότι ἦτον στερεὸς καὶ ὑπέρμαχος τῶν ἁγίων εἰκόνων, καὶ ἐκώλυεν τὴν ὁρμὴν τῶν εἰκονομάχων, καὶ ἐδίδασκεν τὸν λαὸν νὰ μηδὲν ἐμπλέκονται εἰς τὴν αἵρεσίν του. οὗτος ἐβλασφήμησεν καὶ εἰς τὴν ὑπεραγίαν θεοτόκον καὶ δέσποιναν καὶ κυρίαν ἡμῶν βλασφημίαν μεγάλην. οὗτος ὡς ἐκαθέζετο μίαν φορὰν μὲ τοὺς ἄρχοντές του, παρισταμένων καὶ ἄλλων πολλῶν, ἐπῆρεν πουγγὴν ἓν γεμάτον ὑπέρπειρα καὶ μαργαριτάρια πολύτιμα, καὶ εἶπέν τους πόσα ὀξίζει τὸ πουγγὴν ἐτοῦτο οὕτος ὡς ἔνε. καὶ ἀπηλογήθησαν "πολλά." εἶτα ἐκένωσέν το καὶ πάλιν ἠρώτησεν "τίνος ἄξιον ἐςίν;" καὶ εἴπασιν "οὐδὲ τίποτε." τότε ἤνοιξεν τὸ κοπρῶδες αὐτοῦ ςόμα καὶ εἶπεν "οὕτως καὶ ἡ Μαρία, ἕως ἂν εἶχεν τὸν Χριστὸν εἰς τὴν κοιλίαν της, ἦτον ἄξια πολλῆς τιμῆς· ἀφ' ὅτου δὲ τὸν ἐγέννησεν καὶ ἐκενώθη ἡ χάρις, οὐδὲν εἶχεν προτίμησιν ἀπὸ τὰς ἄλλας γυναῖκας." οὗτος ὁ υἱὸς τοῦ σατανᾶ ἔσμιξεν τὰ λείψανα τῆς ἁγίας μεγαλομάρτυρος Εὐφημίας μὲ ὀστέα σκύλων καὶ βοϊδίων καὶ ἔκαυσέν τα. καὶ μετὰ πολλὰς ταύτας παραβάσεις καὶ ἀνομίας μόλις ποτὲ ἐξέρρηξεν τὴν ἀθεωτάτην καὶ πονηρὰν ψυχήν.

καὶ ἐβασίλευσεν Λέων ὁ υἱὸς αὐτοῦ. ἀλλὰ καὶ οὗτος συντόμως καὶ τὴν ζωὴν καὶ τὴν ἀρχὴν ἀπέρριψεν. ἀφῆκεν βασιλεῖς ἀξίους καὶ ἐντιμοτάτους, Εἰρήνην τὴν γυναῖκα αὐτοῦ καὶ Κωνσταντῖνον τὸν υἱὸν αὐτῆς. οὗτοι γοῦν συνεκρότησαν σύνοδον ἑτέραν θεοφόρων πατέρων, ἀνέσπασαν αὐτόριζον τῆς εἰκονομαχίας τὴν ἄκανθαν, καὶ πάλιν ἐνέθηκαν τὸν σπόρον τῆς ὀρθοδοξίας, καὶ ἀπέλαβεν ἡ ἐκκλησία τὴν οἰκείαν εὐπρέπειαν, καὶ ἡ τῶν ἁγίων εἰκόνων ἀνεκηρύχθη προσκύνησις.

fol. 215*v*. εἴχασιν γοῦν ἐντάμα τὴν βασιλείαν ἡ μήτηρ καὶ ὁ υἱός, καὶ εὐφραίνοντο μετ' ἀλλήλων. ἐπεὶ δὲ ἦλθεν εἰς αὔξησιν ἡλικίας καὶ γνῶσιν δραστικωτέραν, εἰσέβησαν οἱ ἄνοι κόλακες καὶ δολεροί, καὶ ἤλλαξαν τὴν προαίρεσίν του καὶ τὴν καρδίαν του ὥσπερ οἱ σκώληκες τὰ γλυκέα ξύλα, καὶ κατεφρόνησεν τὴν μητέρα αὐτοῦ τὴν βασίλισσαν, καὶ νομίσας ὅτι ἀρκεῖ μόνος αὐτὸς νὰ διοικεῖ τῆς βασιλείας τὰ πράγματα, ἐδίωξεν τὴν μητέρα του ἀπὸ τὸ παλάτην. ἀπὸ τότε ἐξεκυλίσθη εἰς ἀνόσια καὶ ἄδικα ἔργα, καὶ τὴν σύζυγα αὐτοῦ τὴν σώφρονα καὶ εὐγενῆ ἐκούρευσεν καὶ ἐποίησέν την καλωγρέα, καὶ ὡρμάσθη ἄλλην γυναῖκα, καὶ αἱ πράξεις του ἦσαν ἀπρεπεῖς. ἀλλ' ὅμως ὕςερον ἐνενοήθην ἀπὸ τὸ ἐποίησεν, καὶ εἶδεν ὅτι ἐνέπλεξεν μέσα εἰς μυρίας ἐπιβουλάς, καὶ ἐκύκλωσάν τον κακὰ μεγάλα. καὶ πάλιν παρεκάλεσεν τὴν βασίλισσαν νὰ ὑπάγει νὰ ἔνε μετὰ κείνου. ἐκείνη δὲ ἦτον φίλαρχος· ἠγάπα γὰρ ὅτι νὰ βασιλεύει. καὶ πάλιν ἐπῆγεν εἰς τὸ παλάτην καὶ ἦτον μετὰ τοῦ υἱοῦ

αὐτῆς, καὶ ἐκυβερνοῦσαν ἀντάμα τὰ πράγματα τῆς βασιλείας καὶ τὰς ὑποθέτεις. ἀλλὰ ἐκεῖνος ὅπου ἐψιθύρισεν εἰς τὰς ἀκοὰς τῆς Εὔας καὶ τὸ φαρμάκην τῆς κακίας ἐξέρασέν το εἰς τὴν ψυχήν της, καὶ ἠνάγκασέν την νὰ παρακούσῃ τῶ θεοῦ τὸν ὁρισμόν, καὶ ἀντὶ ζωῆς ἐπροξένησε τὸν θάνατον, καὶ τὴν χαρὰν τὴν εἶχεν ἔστρεψέν την εἰς χολὴν καὶ μεγάλην πικρίαν, καὶ ἐπότισέν την εἰς μεγάλους πειρασμοὺς καὶ ἀνάγκας φοβεράς, ἐκεῖνος ἦλθεν καὶ τότε εἰς τὴν βασίλισσαν Εἰρήνην, καὶ ἔδωκέν της βουλὴν ἐπιβουλῆς καὶ δολιότητος, καὶ ἐπλάνησεν τὴν καρδίαν της εἰς ἀγάπην τῆς μοναρχίας καὶ εἰς ἔρωτα ὅτι νὰ βασιλεύσει μοναχή τις. καὶ τόσον την ἐκατέφερεν ὁ διάβολος εἰς τὸ θέλημάν του ὅτι ἐποίησέν την νὰ παραβουλευθῇ εἰς τὸν υἱόν της καὶ νὰ ποιήσει ἀπάνω του πρᾶγμα τὸ οὐδὲν ἐποίησεν κανεῖς εἰς τὸν κόσμον ἢ ἄνθρωπος ἢ θηρίον ἢ λέων ἢ ἄρκος ἢ λύκος ἢ δράκων. ἐπεὶ δὲ ἔβλεπε τὸν υἱὸν αὐτῆς ὅτι ζῇ κακῶς καὶ ἀσέμνως καὶ διάγει ἀτάκτως καὶ ὡς ἤθελεν ὁ καθεῖς οὕτως τὸν ἐγύριζεν, ἐκείνη δὲ τίποτε οὐδὲν ἐδύνετον νὰ ποιήσει, ἐβουλεύθη μὲ τοὺς ἀνθρώπους της τὴν θηριώδη ταύτην βουλὴν καὶ γνώμην, καὶ ὅλους ηὗρέν τους ἑτοίμους εἰς τὴν κακήν της ὄρεξιν, ὅτι ὅλοι ἦσαν εὐνοῦχοι πονηροὶ καὶ κακότροποι. καὶ ἐστερέωσεν τὴν ἐπιβουλὴν κατὰ τοῦ υἱοῦ αὐτῆς τοῦ φιλτάτου. ὡς γοῦν ἔπεσεν ὁ βασιλεὺς νὰ κοιμῆτον κακὸν καὶ σκοτώδην ὕπνον, ἐπήδησαν ἐκεῖνοι ἔσω εἰς τὸ κρεβάτην ἀπάνω ὥσπερ κόρακες, καὶ παρευθὺς ἐτύφλωσάν τον, καὶ τὰ αἵματα ἐκατέβαιναν ἀπὸ τὰ ὀμμάτιά του ὥσπερ ἀπὸ σουληνάρην, καὶ τὸ πρόσωπόν του ἐμολύνετο. ἐκεῖνος δὲ ἔκειτο πολλὰ μὲν ὀδυρόμενος καὶ σφακελίζων, ὠφελῶν δὲ οὐδέν, ἐλεεινὸν θέαμα, ὅτι καὶ τὰς πέτρας νὰ τὰς ἐποίησεν νὰ ἔκλαυσαν. ἐκεῖ δὲ ὑστερήθη τὸ γλυκύτατον φῶς ὅπου ἐγενήθη ἐξ ἀρχῆς καὶ εἶδεν τὸν ἥλιον, εἰς τὴν λεγομένην πορφύραν. τίς εἶδεν ἢ ἤκουσεν ποτὲ τοιαύτην μανίαν καὶ λύσσαν μήτηρ εἰς υἱόν; ποῖον θηρίον ἄγριον καὶ ὀρεινὸν ἔδειξεν τόσην κακίαν εἰς τὰ τέκνα του; μόνον λέγουσιν τὸ ὀψάρην τὸ θηνὸν ὅτι, ὅταν περιπατεῖ εἰς τὸ πέλαγος, πεινᾷ καὶ καταπίνῃ τὸν γόνον του. τότε καὶ ὁ ἥλιος εἰς πολλὰς ἡμέρας ἦτον θαμπός, καὶ οὐδὲν ἔδιδεν καθαρὸν τὸ φῶς του. ἀλλὰ καὶ αὐτὴ ἡ γῆ καὶ ὁ ἀὴρ ἔκλαιε τὴν συμφοράν. ὡς δὲ ἐποίησεν ἡ βασίλισσα τὸ πάντολμον ἔργον τοῦτον, ἐμονοκρατόρισεν μόνη τις.

τότε συνέβη καὶ εἰς τὴν προστωτέραν Ῥώμην πρᾶγμα λόγου καὶ μνήμης ἄξιον. ἦτον τὸν καιρὸν ἐκεῖνον Λέων ὁ πάπας τῆς Ῥώμης, καὶ ἦσαν ἐκεῖ τινὲς ὅπου τὸν ἐχθραίνοντο καὶ εἶχαν ἀπάνω του ζῆλον, οἱ συγγενεῖς τοῦ πρώτου πάπα Ἀνδριανοῦ, καὶ ἐποιοῦσαν μεγάλας ταραχὰς καὶ σκάνδαλα, καὶ ἦτον εἰς τὴν ἐκκλησίαν ἀκαταστασία μεγάλη. καὶ τόσον ἐποίησαν ὅτι ἐδίωξαν ἀπὸ τὴν Ῥώμην καὶ ἀπὸ τὸν θρόνον του. ὁ δὲ πάπας ἐμήνυσεν καὶ ἔγραψεν εἰς τὴν Κωνσταντίνου πόλιν καὶ εἰς τὴν βασίλισσαν, καὶ παρεκάλει ὅτι νὰ τὸν βοηθήσουν. ὡς δὲ οὐδὲν ἠμπόρεσεν νὰ ποιήσοι

τίποτε διὰ βοήθειάν του, ἀπὸ βίας του προσέφυγεν εἰς τὸν Κάρουλον τὸν αὐθέντη τῆς Φραγγίας, καὶ παρεκάλεσέν τον ὅτι νὰ τὸν δώσει δύναμιν καὶ συγκρότησιν εἰς τοὺς ἀντιδίκους του καὶ νὰ ἐπάρῃ τὸν θρόνον του. ὁ δὲ Κάρουλος ἦτον ἀπὸ προγόνων ἄνθρωπος Χριστιανός, καὶ ἐδέξατο τὸν πάπα μετὰ τιμῆς μεγάλης, καὶ ἔδωκέν τον δύναμιν ἰσχυρὰν καὶ συμμάχειαν, καὶ ἀπεκατέστησέν τον εἰς τὸν θρόνον του. ὁ δὲ πάπας ἠθέλησεν νὰ στρέψῃ κουρτεσίαν τὸν ῥίγαν πρὸς τὸ καλὸν ὅπου τὸν ἐποίησεν, καὶ ἀνευφήμισέν τον βασιλέα τῆς πρεσβυτέρας Ῥώμης, καὶ ἔθηκεν εἰς τὴν κεφαλήν του στέμμα κατὰ τὴν συνήθειαν τῶν Ῥωμαίων, καὶ ἤλειψέν τον ἐλάδην ἀπὸ τὴν κορυφήν του ἕως τὰ ποδάριά του κατὰ τὸν Ἰουδαϊκὸν νόμον. ἀπὸ τότε οὖν ἐγένετο χωρισμὸς τῆς πρεσβυτέρας Ῥώμης μετὰ τῆς νέας, καὶ ἔπεσεν μάχη μέσον μητρὸς καὶ θυγατρός.

καὶ τοῦτα μὲν ἐγένοντο οὕτως· ἡ δὲ βασίλισσα Εἰρήνη ὕστερον ἐμετεμελήθη εἰς τὸ κακὸν ὅπου ἐποίησε τοῦ υἱοῦ αὐτῆς, καὶ ἐβιάζετο πολλὰ ὅτι νὰ ἐξαλείψει τὴν ἁμαρτίαν ἐκείνην, καὶ ἐκένωσεν θησαυροὺς πολλοὺς καὶ χρήματα ἄπειρα εἰς πάντας ἀνθρώπους ὅπου ἐχρεωστοῦσαν καὶ ὅπου εἴχασιν βίαν τινὰ καὶ ἀνάγκην, καὶ εἰς μοναχοὺς καὶ εἰς μοναστήρια καὶ ἀδυνάτους. ἀλλὰ ὁ θεὸς ἐβλέπων τὰ κρύφια τῶν ἀνθρώπων καὶ κρίνων τὰς καρδίας, εἶδε τὸ πονηρὸν ἐκεῖνον ἔργον καὶ ἠγανάκτησεν καὶ ἐζήλωσεν πρὸς ἀνταπόδοσιν τῆς παρανομίας. καὶ ἀφ' ὅτου ἐτύφλωσεν τὸν υἱόν της, ἐχάρη τὴν βασιλείαν ὀλίγας ἡμέρας· εἶτα ἔπιεν καὶ ἐκείνη τὸ ποτήριον τῆς ἀγανακτήσεως τοῦ θεοῦ ἄκρατον. ἐπανέστη γὰρ κατ' αὐτῆς ἄνθρωπός τις τῶν τῆς συγκλήτου ἔνδοξός τε καὶ εὐγενής, ὄνομα Νικηφόρος, καὶ ἐξέβαλέν την ἀπὸ τὴν βασιλείαν, καὶ ἔπεσεν ἀπάνω της θλίψις καὶ πικρία μεγάλη καὶ διὰ τὸν θάνατον καὶ τὸν τυφλωμὸν τοῦ υἱοῦ της καὶ διὰ τὴν ὑστέρησιν τῆς δυναστείας. καὶ περιεπάτει εἰς αὐλὰς ξένας, καὶ ἔκαμνεν ξένον κάματον, καὶ ἔπερνε ψωμὴν καὶ ἔτρωγεν. τοιαῦτα γὰρ κακὰ ἐργάζεται ὁ τροχὸς τοῦ καιροῦ. οὕτως ἔρχε ἡ ἀδικία ἀνελπίστως ἀπάνω εἰς ἐκεῖνον ὅπου νὰ ποιήσει τὸ κακόν.

fol. 280 Ἡ δὲ βασιλὶς Εὐδοκία ἐβασίλευσεν σὺν τοῖς τέκνοις καὶ ἐκυβέρνα τὴν βασιλείαν. ἀλλὰ εἰς τὴν τοσαύτην ἀμεριμνείαν καὶ γαλήνην ἐσυκώθη σκληρία μεγάλη καὶ ἀνεμοζάλη, καὶ ἠνοίχθη στόμα νὰ καταπίει τὴν βασίλισσα καὶ τὰ παιδία της. ἡ δὲ αἰτία ἦτον τοιαύτη. ἦτον στρατηγός τις ὀνόματι Ῥωμανὸς Διογένης, εὔμορφος καὶ ὡραιοπρόσωπος καὶ χαριέστατος ἀπὸ τὴν Καππαδοκίαν. ἦτον καὶ ἀνδρειωμένος καὶ τὰ καλὰ τὰ εἶχεν ἄξια εἶχεν νὰ βασιλεύει. τοῦτος γοῦν ὁ Ῥωμανὸς ὡς εἶδεν τὴν δυναστείαν τῆς βασιλείας καὶ τὴν ἰσχὺν καὶ ἐξουσίαν τῶν Ῥωμαίων ὅτι ἔπεσαν εἰς βασταροονικὰ βρέφη καὶ εἰς γύναιον φουκαρισμένον καὶ ψιμυθισμένον, ἐκινήθη ὥσπερ δράκων νὰ καταπίει τὰ πουλία καὶ τὴν μάναν τους. καὶ οὐδὲν ηὗρεν ὅτι

ἕναν μικρὸν βεργὴν μετὰ ὄξον ῥίπτει τὸν ὑψηλοπέτην ἀετὸν εἰς τὴν γῆν καὶ λεπτὸν δίκτυον πιάνῃ ἀρκούδην καὶ λέοντα. ὡς γοῦν ἐσύναξεν ςρατὸν πολὺν καὶ ἐπεριεπάτει καὶ ἐκούρσευεν εἰς τὰς βασιλικὰς πόλεις καὶ χώρας, ἐπιάσθη ἀπὸ ςρατιώτας τινάς, καὶ ἐφόρεσάν τον σίδερα, καὶ ἤφεράν τον εἰς τὴν πόλιν εἰς τὴν βασίλισσαν νὰ τὸν θανατώσει ὡς παράβουλον. ὡς δὲ ἐςράφη ἡ βασίλισσα καὶ εἶδεν τὸ κάλλος τοῦ προσώπου του καὶ τὴν ὡραιότητα ἐθαύμασεν, καὶ ἐτρώθη ἡ καρδία της ἀπὸ τὸν ἔρωτα, καὶ οὐδὲ τὴν παραβουλίαν του ἐξαγωράσθη εἰς τίποτε, οὐδὲ ἐνεθυμήθη τοὺς φρικτοὺς καὶ μεγάλους ὅρκους ὅπου ὤμοσεν τοῦ ἀνδρός της, ὅταν ἀπέθνησκεν· ἀλλ' ἔλυσέν τον ἀπὸ τὰ σίδερα καὶ ἐποίησέν τον βασιλέα καὶ ὡρμάσθη τον, καὶ ἀντὶ θανάτου καὶ φυλακῆς ἐχάρισέν τον τὸ κορμήν του καὶ τὴν αὐθεντίαν τῶν Ῥωμαίων. τοιαῦτα εἶναι τὰ παιγνίδια τὰ πολεμεῖ ὁ τροχὸς τοῦ καιροῦ. ὡς γοῦν ἦλθεν ὁ Ῥωμανὸς εἰς τὸν ὄγκον τῆς βασιλείας, ἀπὸ πρώτης ἔδειξεν τὴν προθυμίαν τῆς ψυχῆς του καὶ τὴν τόλμαν τὴν εἶχεν ἡ καρδία του, ὅτι οὐδὲν ἠντράνισεν εἰς τῆς βασιλείας τὴν δόξαν καὶ εἰς τροφὰς καὶ σπατάλας, οὐδὲ ἠγάπησεν ζωὴν ἀποκλησμένην ὥσπερ σκουλήκην ὅπου τρώγει τὴν γῆν καὶ ζῇ, οὐδὲ ἐκρυβήθη ἔσω εἰς τὸ παλάτην νὰ φοβηθῇ τὰς μάχας καὶ τοὺς πολέμους, ἀλλὰ ἠκόνησεν τὸ σπαθήν του καὶ ἐθυμώθη θυμὸν δίκαιον καὶ ζῆλον ἀπάνω εἰς τοὺς Τούρκους καὶ εἰς τοὺς Σαρακηνούς, καὶ ἐσκέπασεν τὴν γῆν ἀπὸ τὰ κορμία τους, καὶ οἱ ποταμοὶ ἦσαν παρὰ ὀλίγοι πρὸς τὰ αἵματα ὅπου ἐχύθησαν, καὶ ἔδειξεν νὰ ἠξεύρουνσιν ποταπὴν ἀνδρείαν καὶ φρόνησιν ἤχασιν οἱ Ῥωμαῖοι καὶ ποταπῆ πολεμάρχη εἶναι. καὶ ἂν οὐκ εἶχεν πέσει μέσα ἡ ζηλοτυπία καὶ φθόνον καὶ ἐμπόδισέν τον, οὐδὲ εἷς ἤθελεν ἐγλητώσει ἀπὸ τὸ σπαθήν του. ὁ γὰρ Ῥωμανὸς ἦτον φυσικῶς ἀλαζονικὸς καὶ αὐθάρεσος καὶ ἐπηρμένος πολλὰ καὶ ἀπρόσδεκτος καὶ ὑπερήφανος, τότε δὲ πλέον ἀπὸ τὴν ἀξίαν τῆς βασιλείας ἠλαζονεύθη περισσοτέρως. εἶχεν δὲ καὶ ἄςατον γνώμην, καὶ ἐφοράτον εἰς τὸ κακὸν ὄμμα καὶ εἰς ξένους καὶ ἐδικούς, καὶ ἐφαίνετόν του ὅτι ὅλοι εἶναι παράβουλοί του. διὰ τοῦτο ἦτον πολλὰ ἄγριος καὶ βαρετὸς καὶ ἀχαιρέτιστος μὴ μόνον εἰς τοὺς ἄρχοντας ἀλλὰ καὶ εἰς τὴν γυναῖκά του καὶ εἰς τὰ προγόνιά του τὰ παιδία τοῦ Δουκός. διὰ τοῦτο πανταχοῦ ἐσυντύχαν κρυφᾶ καὶ ἐμελετοῦσαν καὶ ἐκατεσκευάζασιν διὰ λόγου του παγίδας καὶ ἐμίσησάν τον, καὶ ἔβαλαν βουλὴν νὰ τὸν προδώσουν εἰς τοὺς Σαρακηνοὺς χωρὶς πόλεμον χωρὶς βίαν ἕτοιμον κυνηγήν. τοῦτο δὲ κατεσκεύαζέν το ὁ Καῖσαρ ὁ ἀδελφὸς Κωνςαντίνου τοῦ Δούκα, καὶ ἐβουλεύθη τον μὲ τὸν υἱόν του τὸν Ἀνδρόνικον, ςρατηγοῦντα τότε τοῦ Ῥωμαϊκοῦ φουσάτου, καὶ μὲ τοὺς ἄλλους στρατηγοὺς καὶ μεγιστάνους, καὶ ἔπλεξαν διὰ λόγου τοῦ τοιούτου βασιλέως δολιότητος δίκτυον. ὁ μὲν Κωνςαντῖνος ἐπέρασεν ἀπὸ τὴν Κωνςαντίνου πόλιν εἰς τὸ Σκουτάρην, ὁρμώμενος κατὰ τῶν χριςομάχων Τούρκων. οὗτος δὲ ὡς ἐκαθέζετο, ἐπέτασεν πε-

ριστερὴν καὶ ἦλθεν καὶ ἐκάθισεν εἰς τὰ γόνατά του. τοῦτο δὲ ἦτον κακὸν σημάδην ἀπάνω του. ὅμως ὁ βασιλεὺς εἰς τοῦτο ἐχάρη πολλά (ἐφάνη τον γὰρ ὅτι ἔνε εἰς καλόν) καὶ ἀπέστειλέν το τὴν βασίλισσαν διὰ νὰ ἔχει παρηγορίαν ὅτι ἐκεῖνον τὸ θέλει κανεῖς ἐκεῖνον θαρεῖ καὶ ἂν πάντ᾽ ἔχει. ἀλλὰ οὐδὲν ἔνε χειρώτερη κακοριζικία εἰς τὸν ἄνθρωπον, παρ᾽ οὗ ὅταν ἔχει ἐχθροὺς τοὺς οἰκιακούς του· ἐὰν γὰρ παραβουλεύονταί τιναν οἱ φίλοι του καὶ ἐκεῖνοι ὅπου τρώγουν τὸ ψωμίν του καὶ οἱ γνήσιοί του, τίς νὰ τὸν ἐγλητώσει ἀπὸ τὸ κακόν τους; ἂν ἔνε κανεῖς μὲ προδώτην εἰς πίτην ἕνα, πῶς νὰ φυλαχθῇ ἀπὸ τὴν πονηρίαν του; ὅμως πάλιν ὡς ἱστήκετο ἡ τέντα τοῦ βασιλέως, ἔπεσεν τὸ μέγα ξύλον ὁποῦ την ἐκράτει, καὶ παρ᾽ ὀλίγον ἤθελεν δώσει τὸν βασιλέα κατακέφαλα. καὶ τοῦτο ἦτον ἄλλον κακὸν σημάδην. ὅμως ἐγένοντο πόλεμοι συχνοί, καὶ κατέλυαν οἱ Ῥωμαῖοι τοὺς Πέρσας καὶ ἐνικοῦσαν τους νίκην μεγάλην, καὶ οἱ Πέρσαι ἐφοβήθησαν φόβον μέγαν καὶ ἐστενοχωρήθησάν, καὶ ἐζητοῦσαν τὸν βασιλέα καὶ παρεκαλοῦσαν νὰ γένηται ἀγάπη. καὶ εἰς τοὺς πολέμους ὅπου ἐγένοντο ἔφριξαν οἱ βάρβαροι τοῦ βασιλέως τὴν ἀνδρείαν, πῶς ἐπροπήδα εἰς τὰς μάχας καὶ ἐδίωκε καὶ περιέτρεχε καὶ ἐπλευροκόπα καὶ χορτασμὸν οὐκ εἶχεν εἰς τὰς σφαγὰς καὶ εἰς τὰ αἵματα ὅπου ἔχυνεν. ἀλλότε ἐθέριζε μὲ τὸ σπαθὴν τὰς κεφαλὰς τῶν Περσῶν ὥσπερ στάχυα, ἀλλότε μὲ τὸ κοντάρην ἔρριπτεν τοὺς καβαλαρίους ἐντάμα μὲ τα ἄλογά τους, καὶ ἐξεντέριζέν τους. ὥσπερ γεράκην εἰς μικρὰ πουλία ἢ κεραυνὸς ἢ δρέπανον πύρινον ἢ φλογερὸς καταβάτης, οὕτως ἐφαίνετο ὁ βασιλεὺς εἰς τοὺς Πέρσας. καὶ ἀπὸ τοὺς πολλοὺς φόνους ἔβαψαν τὰ ῥοῦχά τους, καὶ τὸ αἷμα ἔπηξεν ἀπάνω του. ὥσπερ λέων, ὅταν ἐπιτύχῃ ἐλάφην καὶ ναπινὰ καὶ ἐξεσχύτει τὰς πλευράς του καὶ ῥοφήσει τὰ ἐσωθικά του καὶ νὰ αἱματοθοῦν τὰ χείλη του, οὕτως ἦτον καὶ ὁ Ῥωμανὸς εἰς τοὺς Πέρσας. καὶ ἐγένετο εἰς τοὺς Ῥωμαίους χαρά, καὶ ἐτρόμαξαν οἱ Πέρσαι καὶ ἐπαρακαλοῦσαν νὰ γένηται ἀγάπη. καὶ ὁ βασιλεὺς εἶχεν ἔννοιαν ὅτι ἡ ψυχή του ἐπρομήνυέν το τί θέλει πάθη. καὶ ἐλειτούργησεν ὁ ἱερεύς, καὶ ἤνοιξαν τὰ ἱερὰ εὐαγγέλια, καὶ ἐξέβη κεφάλαιον τοῦτο "εἰ ἐμὲ ἐδίωξαν, καὶ ὑμᾶς διώξουσιν." καὶ ἐλυπήθη ὅλος ὁ στρατός. ὅμως ἐποίησεν ἀγάπην μὲ τῶν Περσῶν, καὶ ἔστειλέν τους ὁρκωματικὰ βέβαια, καὶ εἰς τὴν περισσοτέραν εἰρήνην τὸν σταυρόν. καὶ τοῦτον ἦτον εἰς κακόν του, καὶ οὐδὲν ἔγνωθεν ὅτι ἀφ᾽ ὅτης ἔστειλεν τὸν σταυρὸν εἰς τοὺς ἐχθρούς του, ὅλην του τὴν δύναμιν ἐκείνους την ἔδωκεν. τέως δὲ οἱ Πέρσαι, ὡς ἐγένοντο συμβίβασις καὶ ἀγάπη στερεὰ καὶ ὁρκωματικά, ἦσαν ἀνεννοίαστοι, καὶ ἦτον ἡ βουλή του νὰ στραφοῦν εἰς τὰ ὁσπίτιά τους. οἱ δὲ στρατηγοὶ ὁποῦ ἦσαν ἐπίβουλοί του, ἠνάγκαζαν τὸν βασιλέα ὅτι τόρα εἰς τὴν ἀμεριμνίαν τους καὶ εἰς τὰ θάρος τους, ἄς τους δώσωμεν, νὰ τοὺς καταλύσωμεν. καὶ τόσον τὸν ἐπαρεκίνησαν καὶ ἐβίασάν τον ὅτι ἔδωκεν ὁρισμόν, καὶ ἡρματώθην τὸ φου-

σάτον, καὶ ἔδωκαν τὰ βούκινα καὶ ἐσυκώθησαν τὰ φλάμπουρα εἰς σημάδην πολέμου. ὡς δὲ ἐστράφησαν οἱ Πέρσαι καὶ εἴδασιν τοῦτο τὸ αἰφνίδιον κακὸν καὶ τὰ σπαθία γυμνὰ καὶ τὸ φουσάτον ἁρματωμένον καὶ κατέβαινεν ἀπάνω τους, οὐδὲν ἤχασιν ἄλλον τὸ τίνα ποιήσουν. καὶ ὡς ἔδιδεν ὁ καιρὸς καὶ ἡ ἀνάγκη, ἥρπαξαν τὰ σπαθία τους καὶ ἐκαβαλίκευαν ὡς ὀρθῶναν ἀναρμάτωτοι. καὶ τὰ ὁρκωματικὰ τοῦ βασιλέως ἔβαλάν τα ἀπάνω εἰς ἕναν κοντάρην, καὶ ὑπήγεναν ὀμπρός του καὶ ἔδειχ   τα τὸ πῶς ἔνε παραβάτης τοῦ ὅρκου καὶ ὁ θεὸς θέλει κρίνει δίκαια. καὶ ὡς ἐδ   πρόσωπα καὶ ἐγένετο ἀνάμιξις τοῦ πολέμου   Καῖσαρ μὲ τὴν σύνταξίν του, εἶτα ὅλοι οἱ στρατηγοὶ ἔφυγον μὲ τὰ φουσάτα, καὶ ἀπέμεινεν ὁ βασιλεὺς μόνος χωρὶς συντροφίαν. ἐντράνιζεν δεξιὰ κἀριστερά, καὶ τινὰν οὐδὲν ἔβλεπε, καὶ ἦτον μέσα εἰς ἀνεκβάτους βρόχους. ὡς δὲ εἴδασιν τοῦτον οἱ ἀμηράδες καὶ οἱ στρατάρχαι τῶν Περσῶν, ἔπεσαν καὶ ἐδίωχναν καὶ ἐφιλονικοῦσαν τίς νὰ κατευοδώσει νὰ πιάσῃ τὸν Ῥωμανὸν ἢ ζωτανὸν ἢ σκοτωμένον, ὥστε καὶ ἐπίασάν τον. καὶ ἐκυνηγήθη ὁ λέων ὑπὸ τῶν λυτιασμένων σκύλων, καὶ ἐκρατήθη δοῦλος αἰχμάλωτος ὁ βασιλεὺς τῶν Ῥωμαίων, καὶ ἐπίασαν αἱ νυκτερίδες τὸν ἀετὸν τὸν χρυσόπτερον. καὶ ἤφεράν τον ἔμπροσθεν τοῦ σουλτάνου ὡς ὑποχείριον δεσμωμένον. τότε ὁ σουλτάνος ἐκεῖνος ἀνελπίστως ἐγένετο ἥμερος, καὶ ἠντράνισεν εἰς τὸν βασιλέα μὲ γλυκὺν ὀμμάτην, καὶ ἐσύντυχέν τον γαληνά, καὶ ἐπαρηγόρησέν τον καὶ ἔδειξεν κα

So bricht dies letzte Blatt ab.

Append. Class. 2 Cod. 151.

Fol. 22 bis 231 eine Chronik vom Anfang der christlichen Zeitrechnung bis auf K. Heraklius. Fängt an:

περὶ τῆς συλλήψεως τοῦ προδρόμου. Τῷ εφς´ τοῦ κόσμου ἔτει, τοῦ δὲ Αὐγούστου Καίσαρος μβ, Ἡρώδου δε λβ, ἑβδόμου μηνὸς καθ᾽ Ἑβραίους δεκάτου ἤτοι σεπτέμβριος κγ´, Ζαχαρίας θυμιῶν εἰς τὸ ἁγίασμα κατὰ τὴν τάξιν τῆς ἐφημερίας αὐτοῦ εἶδε τὸν ἀρχάγγελον Γαβριὴλ τὴν τοῦ μεγάλου προδρόμου καὶ βαπτιστοῦ Ἰωάννου σύλληψιν εὐαγγελιζόμενον αὐτόν. περὶ τῆς τελευτῆς τῶν γεννησιέντων τὴν ὑπεραγίαν θεοτόκον. ὅτι Ἰωακεὶμ ἐτῶν π τελευτᾷ, ἡ δὲ Ἄννα οθ. ἡ θεοτόκος δὲ ὑπ᾽ αὐτῶν τριετίζουσα εἰσήχθη εἰς τὸν ναὸν τοῦ κυρίου.

Schliefst: *ὄντι δὲ τῷ βασιλεῖ Ἡρακλείῳ ἐν τῇ ἀνατολῇ ἐγεννήθη αὐτὸς υἱὸς ὁ Δαυίδ. αὐτῇ τῇ ἡμέρᾳ ἐτέχθη καὶ Κωνσταντίνῳ τῷ υἱῷ τοῦ Ἡρακλείου, ὃς ἐβαπτίσθη ὑπὸ Σεργίου πατριάρχου. τῷ δ᾽ αὐτῷ ἔτει ἐπανέστησαν οἱ Πέρσαι κατ᾽ ἀλλήλων καὶ πολλοὶ διεφθάρησαν. τότε ὁ βασιλεὺς τῶν Ἰνδῶν πέμπει συγχαριῶν τῷ βασιλεῖ.*

Append. Class. 7 Cod. 16.

Papier, in Folio, 40 Blätter; vollständig, nur dafs von der äufseren Columne des letzten Blattes die äufsere Hälfte abgeschnitten ist.

ἐξύγησις τῆς γλυκίας χώρας Κύπρου, ἡ πία λέγεται κρόνηκα τουτέςιν χρονῦα ἐβουλεύτικα ἐν ὀνόματι τοῦ ἁγίου Θεοῦ Θεοῦ τοῦ ἐν τριάδι προσκυνουμένου νὰ ἐξυγηθῶ περὶ τῆς ἀκριβὲς χώρας Κύπρου. ὡς χρόνοι ἴναι Γ̄ ἐν τῷ κόσμῳ, ὁ περασμένος ὁ εὑρισκόμενος καὶ ὁ ἐρχόμενος, ἤτζου ἴναι καὶ ἡμέραι τῆς ζωῆς ἡμᾶς, ὡς γιον λαλὴ ὁ Δαβὴθ ὅτι ἡμέραις μας διαβέννουν καὶ μῆς καταλισύμεν τους καρποὺς ἄγουρους καὶ θανατόννομεν τοὺς γονίους μας, να πάρομεν τὴν κληρονομίαν τους.

Append. Class. 7 Cod. 17.

Papier, klein Quarto, 134 Blätter, nicht vollständig, scheint es. Die Hand unleserlich, die Sprache ganz vulgar. *Cronica del regno di Cipro dall' anno* 1456 *fino al* 1481, *che venne in Italia la regina Catherina Cornara.*

Διυγίσης κρονίκας Κύπρου ἀρχεύγοντα ἀπὸ τὴν ἐχρονίαν αυνς Χῦ. τὴν ἐχρονίαν αυνς Χῦ ἤρτεν ἀπὸ τὸ Πορτουὰλ ὁ πρῆντζης δὴ ἀναορμαςὰ τὴν θυγατερᾶν τοῦ ῥὲ Τζουάνη ὀνόματι Τζαρλόττα. καὶ ἡ μητέρα τῆς ἦτον ἡ ῥιγένα ἡ Ἑλένα ἡ Παλαιολογήνα, κορὶ τοῦ δεσπότου τοῦ Μορέος, ἀδελφοτέκνη τοῦ βασιλέος τῆς Κοςαντηνοπόλεος.

Append. Class. 7 Cod. 18.

(Nann. n. 240)

Papier, Quarto. Anfang:

τύνθη εἰς τὴν Ἀλεξάνδρειαν πᾶσα γνώμη καὶ ἐπιςήμη σοφῶν διδασκάλων, καὶ ἔθηκεν εἰς τὴν Ἀλεξάνδρειαν βιβλία ἀπὸ πασῶν τῶν γενεῶν καὶ ἀπὸ πάσης τέχνης χιλιάδας τεσσαράκοντα. μετὰ δὲ τὴν τελευτὴν αὐτοῦ ἐβασίλευσαν καὶ ἄλλοι πολλοὶ... Περὶ τῶν Ἑβραϊκῶν ἐξηγήσεων. Κατέλαβέ ποτε τὴν γῆν τὴν Χαναναίων λιμὸς μέγας, καὶ πάντας τοὺς κατοικοῦντας ἐν ἐκείνῃ τῇ γῇ κατεδαπανοῦντο ὑπὸ τοῦ λιμοῦ καὶ ἀπέθνησκον. Sonst fangen die Absätze an ἔτη ἀπὸ Ἀδὰμ . . . ἀπὸ δὲ Χριςοῦ . . Hört auf (Blatt 202 *v*) in βασιλεία Νικηφόρου τοῦ Βοτανιάτου ἔτ γ΄ mit den Worten εἴτε ἀνςενοχωροῦνται οἱ ἄνθρωποι αὐτοῦ εἴτε εἶσαν φοσσάτα εἴτε οὐκ εἶσαν ἀλλ' ἤ.

APPEND. CLASS. 7 COD. 22.

Papier, Quarto. Viele Federzeichnungen im Text und auf unbeschriebenen Blättern hinten.

τοῦ ἐν ἁγίοις πατρὸς ἡμῶν Μεθοδίου ἐπισκόπου Πατάρων λόγος ἠκριβωμένος περὶ τὰς βασιλείας τῶν ἐθνῶν. Ἰστέον ὅτι ἐξελθόντες ὅ τε Ἀδὰμ καὶ ἡ Εὔα ἐκ τοῦ παραδείσου παρθένοι ἐτύγχανον· ἐν δὲ τῷ τριακοστῷ χρόνῳ τῆς ἐξόδου αὐτῶν ἐκ τοῦ παραδείσου τέτοκεν Καΐν τὸν πρωτότοκον καὶ τὴν ἀδελφὴν αὐτοῦ Καλμάναν.



Charakteristik des Eustathius von Thessalonich in seiner reformatorischen Richtung.

Von
Hrn. NEANDER.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 12. August 1841.]

Die Bedeutung, welche das wiederauflebende griechische Volk für die Zukunft gewinnt, giebt den Untersuchungen über dessen Entwickelung in den früheren Jahrhunderten und die Wirksamkeit ausgezeichneter Männer, welche im Mittelalter aus dessen Mitte hervorgegangen sind, desto gröfseres Interesse. Bei dem herrschenden Verderben in demselben nehmen doch einige leuchtende Punkte unsre Aufmerksamkeit besonders in Anspruch.

Zu diesen gehört der berühmte Verfasser des Commentars über Homer, Eustathius, Erzbischof von Thessalonich, ein nicht allein durch seine Gelehrsamkeit, sondern auch durch seinen edlen Charakter ausgezeichneter Mann; ein Mann von weisem und mildem Verbesserungseifer, wie die Wiedergeburt des neuen hellenischen Volkes solcher zu bedürfen scheint. Erst die von dem Professor Tafel in Tübingen aus den Handschriften der Bibliotheken zu Basel, Paris und Venedig im Jahre 1832 herausgegebenen kleinen Schriften dieses Eustathius machen es möglich, ihn von Seiten der ihn beseelenden Gesinnung und des Standpunktes, den er im Verhältnisse zu seinen Zeitgenossen einnimmt, näher kennen zu lernen. Jene Schriften enthalten viel für die Kenntnifs des religiösen und sittlichen Zustandes, der Sittengeschichte des griechischen Volkes im 12. Jahrhundert Merkwürdiges. — Ich erlaube mir, Einiges darüber mitzutheilen. Gern würde ich eine zusammenhängende Lebensgeschichte des ausgezeichneten Mannes zu entwerfen gesucht haben, wenn es nicht an den genügenden Quellen, um eine solche zu Stande zu bringen, noch fehlte. Mehrere, reiche Ausbeute für diesen Zweck ver-

sprechende, Quellenschriften dieser Zeit sollten von dem Professor Tafel in einem Anhange zu der ersten Sammlung herausgegeben werden; derselbe ist aber noch nicht erschienen. Jene bisher bekannt gemachten Schriften enthalten nur einzelne Anspielungen auf die Lebensereignisse des Eustathius, und Manches in denselben bedarf selbst noch der Erläuterung aus anderen Quellen. Unter den beiden byzantinischen Geschichtschreibern dieser Zeit, dem Johannes Kinnamos und Nicetas von Chonium, erwähnt nur der letzte unsern Eustathius, und zwar bei zwei Gelegenheiten mit besonderem Lobe wegen seiner gelehrten Bildung und wegen seines Charakters.

Eustathius gehört bekanntlich dem Zeitalter der Comnene an, in welchem die literarischen Studien mit grofsem Eifer betrieben wurden. Aus dem Berichte des Bischofs Anselm von Havelberg, der als Gesandter des Kaisers Lothar II. nach Constantinopel kam, erhellet, dafs [1] eine aus zwölf der ersten Gelehrten bestehende Akademie, deren Präsident Einer derselben war, damals im byzantinischen Reiche die höchste Instanz in der Leitung aller Studien bildete, welche Behörde der Studienleitung, wenn ihre Entscheidung aller streitigen Fragen auf die Weise, wie es Anselm bezeichnet, als unumstöfsliche Regel galt, einen beschränkenden Einflufs auf die Geistesentwickelung ausüben mufste. Obgleich damals unter den Griechen weit mehr Gelehrsamkeit, als unter den Abendländern vorhanden war, so fehlte es doch an dem lebendigen, schöpferischen Geiste, der unter den abendländischen Völkern im Mittelalter aus wenigerem Stoffe weit Gröfseres zu schaffen vermochte. Wir finden unter den gelehrten Griechen keine solche originelle und bewundernswürdige Geisteswerke, wie sie der Scharf- und Tiefsinn der Scholastiker hervorgebracht hat. Auch die Schriften des Eustathius leiden an den Mängeln der Verbildung seiner Zeit, es fehlt ihnen die gesunde Einfachheit, das Frisch-Eigenthümliche, das wir in den Schriften der spätern Griechen überhaupt vermissen; das Schwülstige und Gesuchte des Ausdrucks, das Zusammenhäufen auserlesener altgriechischer Redensarten hat etwas Widriges und veranlafst manche Dunkelheit.

Zweimal erscheint Eustathius als Theilnehmer an den öffentlichen Ereignissen seiner Zeit, was eben den Geschichtschreiber Nicetas von ihm zu

---

[1] S. Anselm. Havelberg. Dialog. II. Prolog. duodecim electi didascali, qui studiis Graecorum de more solent praeesse. D. Achery Spicileg. T. I. t. 171.

reden veranlafst. Das erste Mal geschah es unter dem Kaiser Manuel Comnenus, den er auch durch eine Leichenrede verherrlicht hat. Obgleich dieser Kaiser zu den bessern Regenten des griechischen Reich's gehörte, so theilte er doch mit seinen Vorgängern die schlimme Neigung, wodurch sie auf Kirche und Staat oft so zerrüttend eingewirkt haben, die Neigung, auch über die religiöse Überzeugung ihrer Unterthanen zu herrschen und über Gegenstände zu entscheiden, über welche sie kein selbstständig begründetes Urtheil haben konnten. Mit Recht sagt Nicetas in dieser Beziehung L. vii: „Den meisten unter den römischen Kaisern genügt es nicht, blofs zu regieren, sie glauben, dafs ihnen grofses Unrecht geschieht, wenn man ihnen nicht die untrügliche Entscheidung über göttliche und menschliche Dinge zutraut. Sie wollen neue Lehren einführen, darüber richten und gebieten, und sie bestrafen oft diejenigen, welche mit ihnen nicht übereinstimmen." In mehr byzantinischem Geiste meinte Johannes Kinnamos L. vi, über das Wesen Gottes viel zu speculiren, sollte Keinem frei stehen, als den Lehrern, den angesehensten unter den Priestern und vielleicht auch den Regenten wegen ihrer Würde.

Es war damals eine freilich ungeschickt genug abgefafste Abschwörungsformel für die zum Christenthum übertretenden Muhamedaner üblich: Anathema dem Gotte Muhameds, mit manchen Zusätzen. Wohl konnte der Kaiser Ursache haben, eine verständigere Ausdrucksweise zu wünschen; aber er legte dieser Sache eine übergrofse Wichtigkeit bei; er erklärte jene Formel, indem er sie deutete, wie es noch keinem in den Sinn gekommeu war, für Gotteslästerung. Er erliefs ein Edict dagegen, wollte durch seinen Machtspruch der religiösen Überzeugung gebieten. Er meinte, er wäre undankbar gegen den Gott, welcher ihm die Regierung verliehen, wenn er ihm das Anathema sprechen liefse. Der Bischof Eustathius von Thessalonich konnte hier nicht schweigen; es war eine Angelegenheit, in welcher seine Amtspflicht ihm zu reden gebot. Er konnte das kaiserliche Edict nicht gut heifsen, er sprach sich auf einer Synode darüber freimüthig aus. Manuel Comnenus, als byzantinischer Kaiser an solchen Widerspruch nicht gewöhnt, wurde dadurch in grofse Wuth versetzt. Er verlangte, dafs dem Eustathius der Procefs gemacht werde, und nur mit Mühe gelang es dem Patriarchen von Constantinopel, ihn zu besänftigen. Von diesem Regenten sagt Eustathius in seiner Schilderung der Zerstörung von Thessalonich §. 14, in welcher Schrift sich

manche zur politischen Geschichte gehörenden Züge finden, die in andern Geschichtschreibern dieser Epoche nicht vorkommen: mit seinem Tode sei alle Wohlfahrt des römischen Reichs verschwunden, wie bei dem Untergange der Sonne habe Finsternifs das ganze Reich bedeckt ([1]). Nach dessen Tode 1180 folgte nämlich in der Regierung ein unmündiges Kind, Alexius II. An der Spitze der Regentschaft stand die verwittwete Kaiserin oder vielmehr ihr Geliebter, der Protosebast (erste Minister) Alexius Comnenus. Die Mifsbräuche dieser überaus schlechten Verwaltung machten es einem durch sein lasterhaftes Leben berüchtigten Manne der kaiserlichen Familie, dem Andronikus, möglich, indem er die allgemeine Unzufriedenheit benutzte, mit Gewalt der Regierung sich zu bemächtigen. Der junge kaiserliche Prinz, der diese zuerst mit ihm theilen sollte, wurde ermordet. Viele unzufriedene, angesehene Griechen und Lateiner sammelten sich in Sicilien, und durch ihren Einflufs wurde die Unternehmung des Königs Wilhelm II. gegen das griechische Reich herbeigeführt. Diese brachte grofses Unglück über die Hauptstadt, in der Eustathius Bischof war, die Leiden, die er selbst theilte und die er in einer besondern Schrift geschildert hat. Befehlshaber der Stadt war der Prinz David Comnenus, der selbst mit dem damaligen Zustande unzufrieden, von Furcht vor dem Tyrannen Andronikus beseelt war, und der es mit der Vertheidigung der Stadt weder ernst meinte, noch Muth und Geschick dazu hatte. Eustathius hat nachher das Verfahren dieses Mannes nicht ohne bittern Spott geschildert. Er bat, wie er selbst erzählt, da er das Unglück kommen sah, jenen Befehlshaber, doch vergebens, für die Rettung der unglücklichen Stadt Sorge zu tragen Er selbst sagt darüber §. 10: „Uns bedrängten die Feinde, ich bedrängte ihn, indem ich ihn zur Rede setzte, ihm Vorwürfe machte, aber umsonst, was er auch von Andern hätte hören können, wenn sie frei hätten reden wollen und das Unglück der Stadt ihnen nicht den Mund verschlossen hätte." ([2]) Eustathius konnte vor dem Anfange der Belagerung sich retten, aber er hielt es für seine Pflicht, unter

---

([1]) *Μέλλον εἶναι φαίνεται, καθὰ θεῷ εὐηρέστητο, πεσόντι τῷ* Κομνηνῷ *βασιλεῖ* Μανουὴλ *συγκαταπεσεῖν καί, εἴ τι ἐν* Ῥωμαίοις *ὄρθιον, καὶ ὡς οἷα ἡλίου ἐκείνου ἐπιλιπόντος, ἀμαυρὰν γενέσθαι πᾶσαν τὴν καθ᾽ ἡμᾶς.*

([2]) Ἡ*μᾶς μὲν ἔθλιβον οἱ ἐχθροί· ἐγὼ δὲ εκεῖνον, ἐλέγχων, ἐξονειδίζων, ἐκφαίνων τὰ ὡς ἑκάστοτε σφάλματα, λαλῶν, εἰ καὶ εἰς ἀνήνυτον, ἅπερ ἤκουεν ἂν καὶ ἐξ ἄλλων, εἴπερ ἐπαῤῥησιάζοντο καὶ μὴ τὸ τῆς πόλεως κακοτυχὲς ἔκλειεν αὐτοῖς τὰ στόματα.*

den herannahenden Leiden treu bei seiner Gemeinde zu verharren und zur Linderung derselben all das Seine zu thun. Thessalonich wurde dem Blutvergiefsen und der Plünderung preis gegeben. Der Fanatismus erhöhte die Wuth der Soldaten, welche die Griechen als Ketzer zu betrachten gewohnt waren. Ungeheuer war die Verheerung; aber mitten unter Mord und Raub erschien der ehrwürdige Eustathius wie ein Schutzengel für die Unglücklichen. Durch seinen Charakter und seine Gelehrsamkeit hatte er sich ein Ansehen erworben, das auch den Führern des sicilianischen Heeres Achtung gebot, und der Eindruck seiner persönlichen Erscheinung trug noch mehr dazu bei, seinen Vorstellungen und seiner Fürsprache Eingang zu verschaffen. Er suchte durch Tröstungen und Ermahnungen auf die Unglücklichen heilsam einzuwirken, er hielt mitten in dem Kriegsgetümmel Gottesdienst. Dieser wurde aber durch den Fanatismus der sich herzudrängenden Lateiner, welchen die griechische Liturgie verhafst war, gestört und Eustathius mufste sich defshalb an den Befehlshaber der sicilianischen Truppen wenden, der ihm dafür zu sorgen versprach, dafs in Zukunft nichts Ähnliches vorkommen sollte. In einer Vorbereitungspredigt zu den Fasten spricht er, wo er gegen die Schmeichelei sich erklärt, davon, wie es ihm damals gelungen war, ohne Schmeichelei seine Zwecke zu erreichen p. 84 §. 35: „Auch in jener zu verwünschenden Zeit der Gefangenschaft war die Schmeichelei mir zuwider und auch defshalb half Gott mir, indem ich auf die rechte Weise die Wahrheit sagte. Wenn ich aber auch zuweilen den Zorn jener Herren gegen mich erregte, so wurde doch durch die Fügung von oben dies Feuer bald gelöscht." ([1])

Nach der Belagerung der Stadt Thessalonich unter dem neuen Regenten Isaakius Angelus las Eustathius als Einladung zu den Fasten eine Schilderung des vorhergegangenen Unglücks in einer öffentlichen Versammlung vor und benutzte dies als Mahnung zur sittlichen Besserung: „Keinen, sagt er, möge der Geist der Eigenliebe täuschen, als wenn nicht mit Recht solches uns betroffen." ([2]) Er rügt bei dieser Gelegenheit die herrschenden

---

([1]) Καὶ μὴν ἐγώ — ἦν ποτε καιρὸς ἐκεῖνος ἀπευκταῖος, ὁ κατὰ τὴν αἰχμαλωσίαν — καὶ ὤκνουν κολακεύειν, καὶ ὁ Θεὸς ἵστατο παρ' ἐμοὶ καὶ διὰ τοῦτο· εὐδοκίμουν γὰρ τἀληθῆ λέγων εὐμεθόδως.

([2]) Εἰ δὲ ποτε καὶ χολήν τινα τοῖς δεσπόταις ἐκείνοις ὑπεκίνουν, ἀλλὰ καὶ αὐτοῖς ταχὺ τὸ πῦρ ἐσβέννυτο τῇ ἄνωθεν δρόσῳ μαραινόμενον.

Gebrechen; darunter nennt er besonders Neid, Verläumdung, das tief gewurzelte Lügenwesen, „wefshalb der Gott der Wahrheit das Auge von uns hinweggewandt," den Mangel dauernder Freundschaft, die Undankbarkeit, die Härte, die auch kleines Unrecht nicht verzeihen wolle. Als später seine Mitbürger sich in minder glücklichen Umständen befanden, suchte er sie durch die Erinnerung an die Rettung aus jenen schweren Drangsalen zur Hoffnung zu ermuntern, dafs sie vertrauen möchten auf den Gott der Freiheit, der noch derselbe sei, der ihnen damals, als keine Rettung sich zeigte, ehe drei Monate verflossen, vollständige Rettung aus so grofsen Leiden verliehen habe. S. 75.

Es konnte aber nicht fehlen, dafs er durch seine Freimüthigkeit als strenger Sittenrichter die Ungunst Vieler und Angesehener sich zuzog. Es erhellet aus seinen Äufserungen, dafs Schmähschriften auf ihn gemacht und bis nach Constantinopel verbreitet wurden. Er redet von den durch seine Feinde ihm bereiteten Gefahren, aus denen er gerettet worden; wir wissen nicht, von welcher Art diese waren. p. 104. Durch die Vorwürfe, die man ihm zu machen pflegte, wurde er eine Vertheidigungsschrift aufzusetzen veranlafst. — Der Ton derselben ist etwas sarkastisch. — Wir ersehen daraus, was man an ihm auszusetzen hatte; man tadelte ihn, dafs er den Unterschied der Stände nicht genug beachte, mit den Angesehenen der Stadt nicht anders als mit den Niedrigen umgehe. Leicht konnte ein Mann von einfachen Sitten, welcher Complimente und Schmeicheleien hafste, seinen der Religion geweihten Charakter treu zu bewähren wufste, unter den Verhältnissen der byzantinischen Welt solchen Tadel sich zuziehen. Er entschuldigt sich mit dem Wechsel der Glückszustände in dieser Zeit; wie wer heute in grofser Ehre stehe, morgen ein Verachteter sei, wer heute reich, in kurzer Zeit Bettler geworden sei. Ferner nahm man es ihm übel, dafs er an den Ehrenbezeugungen und Devotionserweisungen, wie sie damals auf übertriebene Weise Statt zu finden pflegten, Kniebeugungen, dem zahlreichen Geleite, mit welchem angesehene Männer einherzogen, keine Freude habe. „So lange," sagt er zu seinen Mitbürgern, „bin ich bei euch, und ihr kennt mich noch nicht! Erinnert ihr euch nicht, wie ich gegen diesen Ehrgeiz gesprochen habe, dafs umsonst an dem Umherziehen mit zahlreichem Geleite seine Freude habe, wer an den letzten Weg denkt, auf welchem, auch wer ein zahlreiches Geleite mit sich führt, auf einer Todtenbahre getragen wird und nichts von der ihm erwiesenen Ehre empfindet, von manchen vielleicht ver-

spottet wird." S. 112. §. 54. Gegen jene übertriebene byzantinische Devotion sagt er: „Wenn ihr zu Gott und seinen Heiligen betet, dann mögt ihr euch ganz zur Erde niederwerfen, uns aber lasset Menschen sein und auf menschliche Weise geehrt werden." (1)

Zu dem, worüber Eustathius viel zu klagen hatte, gehörte besonders die Zerrüttung der ehelichen Bande. Er schildert die Bekümmernisse, von welchen er seit mehr als sechs Jahren deſshalb gequält werde. p. 64. §. 13; kein Tag gehe hin, an dem er nicht von Männern und Frauen mit Klagen überhäuft werde, und bei aller Verehrung, welche man dem Erzbischofe von Thessalonich erweise, setze er sich vielen Beschimpfungen aus, wenn er das Schlechte strafe und die Menschen an ihre Pflichten erinnere. (2) Er bedauert es, daſs geistliche Mittel nicht hinreichend seien und die weltliche Macht zur Hülfe gerufen werden müsse. Er klagt über den Leichtsinn bei Schlieſsung der Ehen, über die Art, wie man die Gesetze der Kirche dabei zu umgehen wuſste, wie unwissende Priester sich täuschen und zu Werkzeugen gebrauchen lieſsen, wie auf das Verlöbniſs unmittelbar die Eheschlieſsung folgte. So viel man aus seinen Worten ersehen kann, S. 65, (3) hatte er mit solchen Leuten zu thun, welche zur Beschönigung ihrer Frivolität hochklingende Redensarten im Munde führten: „Gott, der Allgenugsame, sagten sie, bedürfe der Geistlichen und der kirchlichen Dinge nicht." Er hatte von diesen Leuten, denen er in ihrem schlechten Treiben Widerstand leistete, viel zu leiden. Diejenigen, denen sein Eifer für Sittenstrenge lästig war, wünschten, seiner entledigt zu sein.

Eustathius gehörte nicht zu den Männern einer durchgreifend reformatorischen Richtung, für welche aber auch seine Zeit schwer empfänglich gewesen wäre. Er selbst war in dem herrschenden Geiste derselben befangen, von den in derselben geläufigen religiösen Meinungen mit ergriffen, wie es sich aus seiner Art über Mönchsthum, Fasten und ähnliche Gegenstände

---

(1) Ὅτε δὲ Θεῷ καὶ τοῖς ἁγίοις αὐτοῦ εὔχοισθε, τότε δὴ ἐξὸν ὑμῖν, εἴγε καὶ δύνασθε, ὅλους δὲ εἰς γῆν καταῤῥέειν, καὶ οὕτω κατάγειν ἄνωθεν τὸν θεῖον ἔλεον· ἡμᾶς δὲ ἄφετε ἀνθρώπους εἶναι, καὶ τιμᾶσθαι ἀνθρωπικῶς, εἴ που καὶ χρεών.

(2) Οὐκ ἔστιν οὖν ἡμέρα μία, καθ' ἣν οὐκ εἰς ἐμὲ τρέχουσιν ἄνδρες τε καὶ γυναῖκες, ἀποκλαιόμενοι ζυγομαχίας αὐτῶν καὶ παροιστρήσεις γάμου, καθ' ὃν αὐτοὺς ὁ Θεὸς συνέζευξε.

(3) Τί γοῦν ἀξιωτέον λόγου, φασίν, ἀνθρώπους καὶ πράγματα ἐκκλησιῶν, ὧν ἀνθρώπων καὶ ὧν πραγμάτων οὐ προσδέεται ὁ Θεός;

zu denken erkennen läfst. Aber durch den Geist ächter christlicher Frömmigkeit, der ihn beseelte, wurde doch Alles, was er aus den herrschenden Satzungen seiner Zeit in sich aufgenommen hatte, bei ihm vergeistigt und verklärt, und wenn gleich er das einmal Bestehende unangetastet liefs, suchte er doch von der Gesinnung aus auf Alles einzuwirken und von hier aus Alles zu verbessern; überall dringt er auf die Liebe, als das Wesen der wahrhaft christlichen Gesinnung. In einer Einleitungsrede zu den Fasten fordert er als das Erste eine solche nicht zur Schau getragene, sondern tief im Innern wurzelnde Liebe. „Wenn wir diese nur uns aneignen, sagt er, so wird die ganze Schaar der Tugenden nachfolgen. Wer nur das Wort Liebe ausgesprochen hat, hat auch alles Gute zugleich genannt. Ist die Liebe von der Seele ausgeschlossen, so ist sie von allem Guten verlassen." — „Dafs Staat, Schule, Wissenschaft und aller menschlicher Verkehr durch sie bestehe." Das Bild der Liebe findet er auch in der ganzen Natur: „Auch in den Pflanzen stellt sich ein gewisses Bild der Liebe dar, und dies wissen diejenigen, welche — um mich so auszudrücken — das Männlich-Weibliche in der Palme wahrgenommen haben (1). Und der, welcher allen Wesen das Streben nach Sein eingepflanzt, hat dadurch eine Offenbarung der Liebe gegeben. Auch Gebet und Wohlthätigkeit ist Nichts ohne Liebe." (2) In einer andern Fastenpredigt sagt er S.86, zu dem rechten Fasten sei die dürftige Kost und die strenge Enthaltung nicht hinreichend, was den Meisten ein Leichtes sei; es werde besonders das nach Kräften den Dürftigen erwiesene Mitleid erfordert. Der barmherzige Gott sehe dabei nicht auf das Viele; auch bei dem Wenigen auf das nach Verhältnifs der Kräfte Gegebene; und auch das Geringste habe seinen Werth, wenn es mit Freudigkeit und Prüfung gegeben werde, und das eigentliche Salz für Alles sei die Liebe. „Wenn diese fehlt, werden wir mit Gebet, Fasten, Kniebeugung, Wachen, Weinen umsonst uns abmühen; denn Gott, der die Liebe selbst ist, kann nichts von denen annehmen, welche die Liebe verachten." —

Eine besondere Rede oder Abhandlung hat er gegen das ihm am meisten verhafste Übel, die Heuchelei, wodurch das griechische Leben in man-

(1) S. 63. §. 9. Ἰνδάλλεταί τις ἀγάπη καὶ ἐν φυτοῖς, καὶ οἴδασιν αὐτὸ οἱ τὸ ἐν φοίνιξι τοῖς φυτοῖς καθιστορήσαντες, ὡς οὕτως εἰπεῖν, ἀῤῥενόθηλυ.

(2) Καὶ ὁ παραδοὺς δὲ τὸ πάντα τοῦ εἶναι ἐφίεσθαι, ἀγάπην τινὰ παρελάλησε διὰ τῆς ἐφέσεως.

nichfaltiger Beziehung befleckt wurde, gerichtet. Er geht hier zuerst von einer dem Guten dienenden *ὑπόκρισις* aus, und versteht darunter vermöge der Bedeutung, welche das griechische Wort haben kann, die Darstellung der Rolle auf der Bühne oder die dramatische Kunst. Er erscheint als Vertheidiger und Lobredner derselben in Beziehung auf die Tragödie. „Durch eine solche Kunst konnten die Menschen der Vorzeit — sagt er — könnten auch jetzt noch die Lebenden die mannichfaltige Veränderung des Schicksals, die grofsen Verschiedenheiten der Charaktere und der Lebensereignisse kennen lernen. Ein lebendiges geschichtliches Bild aller Tugend und alles Lasters wurde dadurch den Alten vorgeführt, dem Einen nachzustreben, das Andere zu meiden. Damals war der dramatische Künstler Lehrer aller Tugenden, indem er auch die Bilder des Schlechten auf das Theater brachte, nicht, dafs man das Leben nach denselben gestalten, sondern damit man es meiden lernen sollte, die Rolle war nur eine erlogene, als Lehrer aber trug er (der Schauspieler) die Wahrheit vor (*ψευδόμενος τὸ πρόσωπον, ἀληθιζόμενος τὸν διδάσκαλον*)." Darauf erwähnt er die von ihm nicht so hoch gestellte Satyre und Komödie und dann geht er zu der im schlechten Sinne so genannten *ὑπόκρισις* über, die jetzt im Leben um sich gegriffen. Indem er seinen Abscheu dagegen ausspricht, sagt er: „Für besser werde ich es halten, wie ein Trunkener zu erscheinen, als Fasten zu erheucheln, ich weifs nicht, ob Einer noch SO die Heuchelei hassen kann, wie ich." Er führt sodann mannichfache, aus dem Leben gegriffene Beispiele der Heuchelei, Verstellung und des Betrugs aus verschiedenen Ständen und Berufsweisen an und stellt zuletzt mit bittrer Satyre die Scheinheiligkeit der Mönche dar: §. 27. p. 94. „Solche, die," wie er sagt, „von Kopf bis Fufs ganz Lüge sind." §. 28. „Solche lassen auch nicht der Sprache ihre naturgemäfse Art; sie verfälschen dieselbe, indem sie gröfstentheils schweigen, wenn es ihnen aber zu sprechen gefällt, lispeln sie, so dafs man nicht glauben sollte, sie sprächen. Solche Leute stellen sich, als ob sie durch ihre Entbehrungen die Sprache ganz verloren hätten. Was eine solche Rede nützt, werden diejenigen wissen, welche es gehört haben, möge ich nur kein Solcher sein! Der unwissende Mensch will durch solche Dinge seine Unwissenheit verbergen, denn solche Leute sind ganz ungebildet, sie wollen schweigen, wenig reden, um in ihrer Blöfse sich nicht kund zu geben, denn die weisen Mönche, Menschen der Litteratur, Männer der Tugend, in alle gute Bildung eingeweiht, üben ihre Stimme, deutlich zu reden, veredeln ihre Sprache

erfreuen mit ihrem gedankenvollen Vortrage die Städte Gottes, mit ihrer ganzen dem Naturgemäfsen entsprechenden Erscheinung stellen sie die Wahrheit der Schöpfung dar, wie sie mit ihren Handlungen dem Bilde Gottes nachstreben."

Zwar war Eustathius nicht frei von dem aus einer Verdunkelung der christlichen Wahrheit hervorgegangenen Irrthum, der seine Zeitgenossen in beiden Kirchen beherrschte, erst durch die Reformation überwunden werden konnte. Er sah in dem contemplativen Leben des Mönchsthums eine höhere Stufe christlicher Vollkommenheit, als in dem gewöhnlichen Leben der Familie, der bürgerlichen Gesellschaft, indem er nicht erkannte, dafs es nichts Höheres geben könne, als Darstellung des höchsten Gutes in den Gütern der Menschheit; was durch Verwirklichung des Reiches Gottes zu Stande zu bringen das Christenthum erzielt. Die dem Standpunkte des Alterthums angehörende, durch das Christenthum aufgehobene Unterscheidung zwischen einer göttlichen und menschlichen Tugend hatte sich hier wieder eingemischt. Er konnte das sanfte Joch Christi so mifsverstehen, als wenn damit eine leichtere Lebensweise für die gewöhnlichen Menschen gemeint sei, welche er dem schweren Joch, das die Mönche sich auferlegt hätten, entgegensetzte. Doch wurde bei ihm auch dieser Irrthum durch die gesunde Gesammtrichtung seines Geistes gemildert. Er liefs es sich angelegen sein, dem Vorurtheil zu widersprechen, dafs man in den gewöhnlichen Verhältnissen kein frommes Leben führen könne. Eine solche Meinung bekämpfte er nachdrücklich in einer seiner Fastenpredigten p. 10 und er erklärte, er fordere nur, dafs Jeder von seinem Standpunkte aus das Gute übe. Das wahre Kniebeugen sei die Demuth im Innern, alles Äufserliche möge Jeder nach seinen Kräften abmessen, das sich zur Erde Niederwerfen sei nur Symbol der Demuth. „Statt der vielen Kniebeugungen lernt nur geschickt zu sein zum Wandel in vielseitiger Tugend, und es wird dies bei Gott nicht weniger gelten als das Kniebeugen, da auf Gott wohlgefällige Weise einherzugehen etwas Naturgemäfseres und für das thätige Leben Geeigneteres zu sein scheint, als das Kniebeugen."

Eustathius hat manche auf die Reformation des Mönchsthums unter den Griechen seiner Zeit berechnete Schriften verfafst, in welchen er, wie überall, dem Bestehenden sich anschliefsend, von dem Geiste und der Gesinnung aus dasselbe zu bessern und das Mönchsthum für die sittliche und lit-

terarische Bildung nützlicher zu machen suchte. Dazu gehört eine an einen angesehenen Styliten bei Thessalonich gerichtete Schrift. Nachdem er dessen ascetische Strenge im Allgemeinen gepriesen hat, sagt er ihm, dafs das Eisen, welches er trage, ihm eben sowohl verderblich als heilsam werden könne. §. 34. Solches Eisen ist an sich weder heilsam, noch schädlich, sondern nach der Verschiedenheit der Gesinnung ist es bald dies, bald jenes geworden, und so sei es auch bei ihm. Alles komme nur auf den ungeheuchelten demüthigen Sinn an, mit dem sich Einer zu Gott erhebe. Er warnte ihn vor Scheinheiligkeit und Hochmuth. §. 38. (1) Er hüte sich, Andere zu verdammen, hochmüthig gesinnt zu sein oder zu reden, damit er das Eisen nicht blofs von Aufsen und auf der Oberfläche, sondern im Innern der Seele trage und von allen Seiten gegen alle Feinde gerüstet sei. §. 66. Er fordert ihn auf, zum Besten Anderer zu wirken. „Ein solcher Ascet mufs ein Gut für die ganze Welt werden, es kommen hier Leute von allen Geschlechtern, Gelehrte, Ungelehrte, Hohe und Niedere zusammen. Mit diesen mufs der Stylit auf die rechte Weise und, um Alles zu sagen, auf apostolische Art umgehen, denn er wird Allen Alles werden, um Alle für die Ehre Gottes zu gewinnen. Er wird nicht, wenn es nicht Noth thut, schmeicheln, um die Wahrheit nicht zu beeinträchtigen, er wird auch nicht gegen Alle rauh sein, damit er nicht unzeitiger Freimüthigkeit angeklagt werde. Weder wird er Alle mit Lobe überhäufen, wie es die Art der Gefallsüchtigen ist, noch wird er sich berechtigt glauben, von dieser Höhe mit Schimpfreden sie zu übergiefsen, denn das ist thierischer Art. Es werden ihm von frommen Leuten viele Geschenke dargebracht werden, fern von ihm solle es sein, diese aufzusammeln, sich von dem Ertrage eine schöne Wohnung zu erbauen, sondern er solle sich nur als Durchgangspunkt für solche Gaben betrachten, um sie den Armen, welche derselben am meisten bedürften, mitzutheilen." — Nach denselben Grundsätzen ist eine an die Mönche gerichtete Schrift über die Verbesserung des Mönchsthums von ihm verfafst. Er greift in derselben die Täuschungskunst der Mönche sehr scharf an, wie sie Wundermährchen, vorgebliche Visionen benutzten, sich Ansehen zu verschaffen, sich zu

---

(1) Ἀπεχέσθω δὲ τῆς τῶν λοιπῶν κατακρίσεως, καὶ τοῦ λαλεῖν ὑψηλὰ καὶ φρονεῖν, ἵνα μὴ μόνον ἔξω φοροίη τὸν σίδηρον, καὶ προφαίνοι ἐπιπολῆς, ἀλλὰ καὶ εἰς βάθος φέροι ἐν τῇ ψυχῇ, καὶ οὕτω κάτω κάμπτοιτο ταπεινούμενος, μᾶλλον δὲ πανταχόθεν κατάφρακτος ὢν, τῶν πολεμούντων περιγίνοιτο.

bereichern, auf eine desto einträglichere Weise Gewerbe und Handel zu treiben.

Er lobte die Verfügungen des Kaisers Manuel Comnenus, welche weltlichen Magistratspersonen die Verwaltung der Klostergüter übertragen, damit die Mönche nicht verleitet würden, mit fremdartigen Dingen sich zu beschäftigen, wie auch Nicetas Choniates, der in seinen Klagen mit Eustathius übereinstimmt, erzählt, dafs dieser Kaiser defshalb einem von ihm gegründeten Kloster keine Grundstücke, keine Äcker oder Weinberge geschenkt; sondern nur bestimmte Einkünfte aus dem kaiserlichen Schatz demselben zugewiesen habe l. VII. p. 270. Besonders macht er ihnen den Hafs der Litteratur (*μισολόγον τὸ τοιοῦτον φῦλον*) zum Vorwurf. „Wenn ein Mann von litterarischer Gelehrsamkeit zu ihnen kommt, sich aus den Stürmen der Welt in diesen Hafen zurückzuziehen, werden sie alle unwillig, sie sagen, ein Solcher sei ihnen unnütz, sie brauchten keine Grammatiker, sie machen offene Thür der Unbildung, und sie lassen diese bei ihrer Heiligkeit heimisch sein, sie bannen fern von sich die Schriftgelehrten des Himmelreichs." Er wollte dafs die Klöster besonders ein Sitz der Bildung und Mittel zu ihrer Fortpflanzung sein sollten, und klagt über ihren Contrast mit dieser ihrer Bestimmung. „Jene Leute aus den Werkstätten, vom Bauerstande, solche, welche Mönche geworden sind um der leiblichen Nahrung willen, wufsten Nichts von göttlicher Weisheit, durch welche man mit Gott in Verbindung träte, über göttliche und menschliche Dinge philosophiren lerne." Wir sehen aus seinen Klagen, wie so manche Schätze der Litteratur verloren gehen konnten. Er macht ihnen die Vergeudung der Bücher besonders zum Vorwurf §. 128. S. 245: [1] „Du machst es wie die Juden; Christum selbst kannst du zwar nicht verkaufen, aber seine Werke giebst du dem preis, welcher sie kaufen will, und zwar nicht für einen würdigen Preis, sondern für Alles, was dir hingeworfen wird. Ach! du Unwissender, warum machst du die Klosterbibliotheken deiner Seele gleich? und weil du von allen Kenntnissen entblöfst bist, willst du auch aus diesen alle Bücherbehälter wegräumen? Lafs sie das Kostbare behalten, nach dir wird ein Kenner oder Freund der Litte-

---

[1] *Σὺ δὲ καὶ ἰουδαΐζειν δοκεῖς τῇ ἐνταῦθα μαθητείᾳ, τὸν μὲν τοῦ θεοῦ λόγον αὐτὸν ἐκεῖνον, τὸν ἐνούσιον καὶ ὑπερούσιον, οὐκ ἔχων διαπιπράσκειν· τοὺς δὲ αὐτοῦ λόγους ἐκδιδοὺς τοῖς ἀγοράζουσι, καὶ οὐδὲ ἀξίου γοῦν τιμήματος, ἀλλὰ τοῦ παραῤῥιπτομένου* etc.

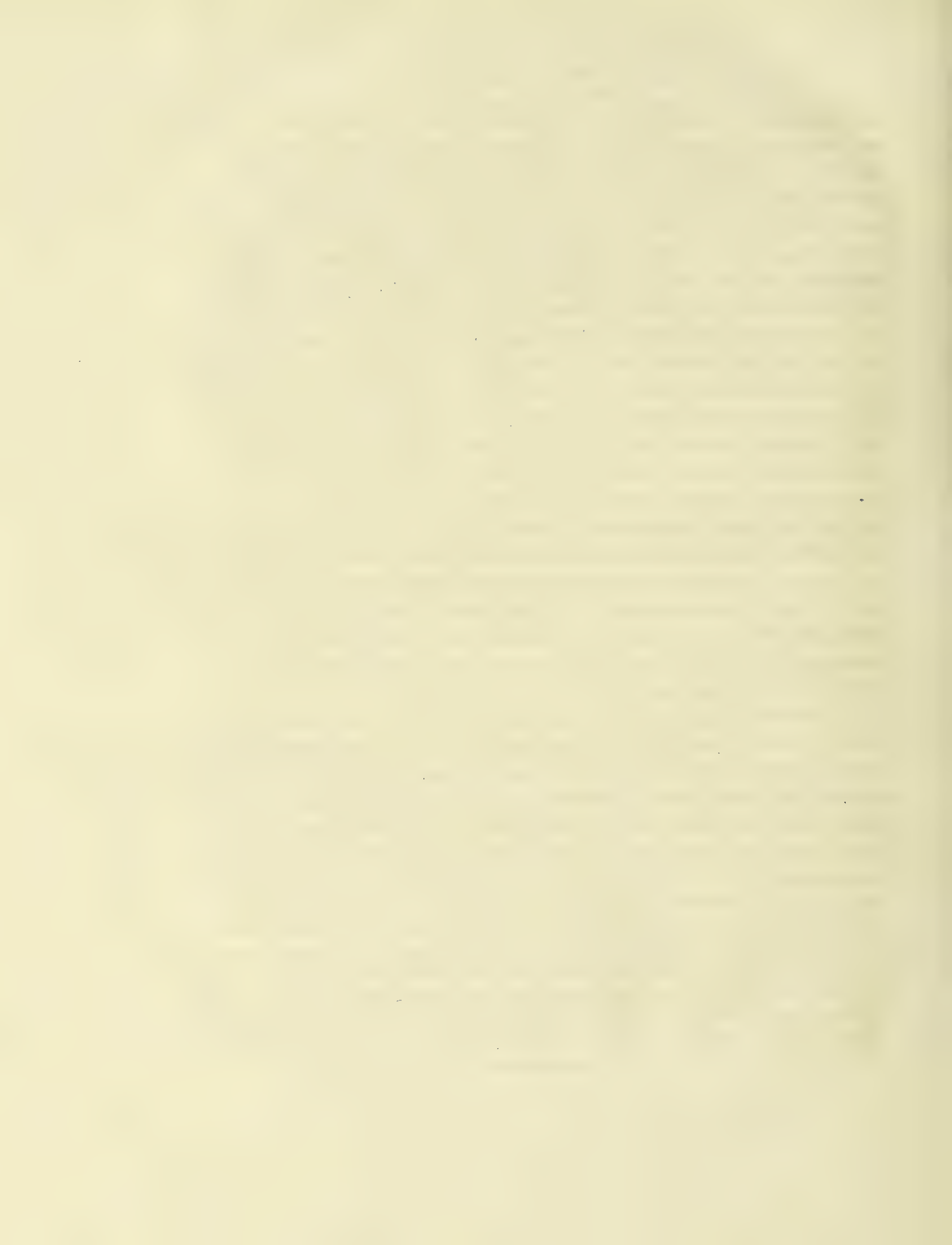
ratur kommen." Er ermahnt sie, zu studiren, damit sie etwas Gutes schreiben oder sagen könnten, §. 144. Er führt aus seiner eigenen Erfahrung ein Beispiel an: Er hatte von einem berühmten Buche gehört, das in einer Klosterbibliothek aufbewahrt werde. Er fragte darnach, aber es war nicht zu finden, er drang in den Vorsteher, ihm Rechenschaft zu geben, warum es nicht zu finden sei, und da mufste er ihm gestehen, dafs es verkauft worden, denn wozu — setzte er hinzu — brauchen wir es auch? §. 146. S. 250. (1) „Du rühmst dich," ruft Eustathius dem Mönch zu, „nur diese Dinge zu kennen: die Andacht in der Kirche, die Zellen und den Tisch. Weifst du nicht, dafs dies für den ächten Mönch zur Vollendung der Tugend noch nicht genügt, sondern dafs es gewifs der Erkenntnifs bedarf? Ich meine nicht allein die göttlichste, sondern auch die Geschichte und andere vielseitige Wissenschaft, wodurch er denen, mit denen er umgeht, nützlich werden könne." Er spricht von der Wuth der Mönche gegen Jeden, der sie nicht als Weise, Wunderthäter, Heilige anerkennen wolle. Er mufste wohl selbst viel von ihren Angriffen zu leiden gehabt haben. „Wenn sie auch durch die Hülfe Gottes und des Kaisers ihre Absicht nicht durchsetzen können, so thun sie doch was sie können. Solche Leute würden nicht zufrieden sein, bis sie ihren Feinden das Leben genommen hätten." Er geht dann überhaupt zu dieser allgemeinen Krankheit des hellenischen Charakters über, „diese Wuth der Partheileidenschaft (*ζῆλος ὁ εἰς κακόν*), wie er sagt, sie hat alle unsere Angelegenheiten zu Grunde gerichtet." §. 167. S. 255.

Wir wollen unter dem Merkwürdigen, was sich aus den Schriften des Eustathius lernen läfst, auch noch dies erwähnen, dafs es unter den Griechen schon Anstalten zur Bildung der Taubstummen gab. Er spricht von Taubstummen als Lehrlingen bei Handwerkern. p. 79. §. 17. (2) „Doch, sagt er, haben die Einen gelernt, die Andern gelehrt nicht durch Worte, sondern durch Werke, welche man ungesprochene Worte oder lebendige Gedanken nennen kann."

---

(1) *Ἐκείνην μόνην ἀκριβωσάμενος τριάδα κατὰ τὴν σὴν αὔχησιν, τὴν ἐν τῇ ἐκκλησίᾳ προσκύνησιν, καὶ τὸ κελλίον σου, καὶ τὴν τράπεζαν· καὶ οὐκ εἰδώς, μὴ ἀρκεῖν ταῦτα τῷ κυρίως μοναχῷ εἰς ἀρετῆς ἐντέλειαν, ἀλλὰ προσδεῖσθαι αὐτὸν λίαν πάνυ καὶ γνώσεως* etc.

(2) *Καὶ ὅμως οἱ μὲν ἐδίδαξαν, οἱ δὲ ἔμαθον, οὐ λόγους προϊέμενοι καὶ εἰσδεχόμενοι, ἀλλὰ σοφίζοντες καὶ σοφιζόμενοι ἔργοις· ἅπερ οὐκ ἂν ἀφυῶς λόγων οὐσίας, ἢ λόγους ἀνεκλαλήτους, ἢ ζῶσας ἐννοίας ὀνομάσοι τις.*



Von dem Einflufs der Gottheiten auf die Ortsnamen.

Zweiter Theil.

Von

H[rn.] PANOFKA.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 15. und 22. Juli 1841.]

Hermes.

Der Gott Hermes giebt einem Vorgebirge in Lemnos den Namen Hermaion (1), einem Hügel in Ithaka den Beinamen des Hermäischen (2), einem Orte in Arkadien, wo als Grenzzeichen von Messenien und Megalopolis ein Hermes auf einer Stele stand (3), den Namen Hermaion, einem Demos der akamantischen Phyle (4) den Namen Hermos, einem Ort bei Kumä den Namen Hermes-ebne (5), den Namen Hermon einem Flusse im Magneterlande, in welchen sich der Flufs Krios ergiefst (6), so dafs sich hier geographisch dasselbe Phänomen wiederholt, welches in Religion und Kunst zu den bekannteren gehört, dafs nemlich Hermes den Widder, *κριός*, tragen mufs. Endlich stand die Stadt Hermione in Argolis, von Hermion, Sohn des Europs hergeleitet (7), gewifs unter dem Schutze dieses

(1) Aeschyl. Agam. 284.

(2) hinter der Stadt am Neïon, Hom. Odyss. XVI, 471.

(3) Paus. VIII, XXXIV, 3.

(4) Steph. Byz. v. Ἑρμ.

(5) Steph. Byz. v. Ἑρμοῦ πέδιον.

(6) Paus. X, IV, 4; VII, XXVII, 4.

(7) Paus. II, XXXIV, 5.

Gottes, worauf sowohl ihr alter Name Lakereia ([1]), als auf Münzen ([2]) ein stehender Mercur mit dem Caduceus in der Linken und dem Beutel in der Rechten hindeutet.

Die Geburt des Hermes wird nach dem Heroldsberg Κηρύκιον in Tanagra ([3]) versetzt, und beweist dafs der Name κῆρυξ, welchen Hermes führte, namengebend einwirkte. Dasselbe gilt auch von der euböischen Stadt Karystos ([4]), deren Silbermünzen ([5]) das Symbol des Hermes, der Hahn (siehe Tafel I, 8.), zu schmücken pflegt. Gleiches läfst sich von der cilicischen Stadt Korykos behaupten, weshalb wir auf deren Münzen ([6]) einen stehenden Merkur mit Patera in der Rechten (s. Taf. I, 2.), Caduceus in der Linken antreffen. Dafs der Demos der pandionischen Phyle, Angele, Ἀγγέλη ([7]) ebenfalls auf den Boten der Götter als Schutzgott zurückzuführen sei, dürfte aus der Analogie der angeführten Beispiele sich folgern lassen. Sicherer bezieht man die Stadt Siris in Lucanien, dasselbe Wort wie Iris ([8]), auf die männliche Form dieser Göttin, auf Hermes, da die Münzen (s. Taf. I, 12.) einerseits einen Mercurkopf mit Petasus, andrerseits einen Caduceus geben ([9]). Den Begriff ἐρεῖν, reden, hatte wohl auch die Stadt Eresos auf Lesbos in ihrem Namen anerkannt, da sie ebenfalls einen Merkurkopf mit Petasus ([10]) als Münzstempel (s. Taf. I, 10.) gebrauchte. Mit dem Reden, φῆμι, fari, hängt auch die achäische Stadt Pharae zusammen, wo Hermes Agoraios als Redner und Orakelgott, Fati-

([1]) Steph. Byz. v. Ἑρμιών.

([2]) Mionnet Descr. des méd. gr. II, 239. n. 74. Kopf der Iulia Domna.

([3]) Paus. IX. xx, 3.

([4]) Tzetz. ad Lykophr. Cass. 580. Schol. Pind. Pyth. IV, 181. Panofka Antike Weihgesch. Abh. d. Akad. d. Wiss. 1839, S. 139.

([5]) Combe Mus. Brit. T. VIII, 18. Kuh ein Kalb säugend. Mionnet Descr. des Méd. T. II, p. 302, 15. 16.

([6]) Pellerin Rec. de Méd. des Peuples et des Villes Tab. LXXVII, 17. Æ. Weiblicher Kopf mit Thurmkrone.

([7]) Steph. Byz. s. v.

([8]) Vgl. Iris und Eris.

([9]) Mionnet Descr. I, p. 167, n. 645.

([10]) Mionnet Descr. III, p. 37, n. 37. Vgl. den Hermes mit dem Widder und dem Namen des Besitzers EPIᒪOC KAᒪOC auf einer Vase von Chiusi, Inghirami Mus. Chiusino Tav. XXXV.

dicus, in Hermengestalt von den Consultanten eine Erzmünze empfing, und dafür, nachdem die Leuchter, *λύχνοι* oder *φανοί*, an seinem Altar angezündet waren, den Gläubigen die Antwort ins Ohr raunte ([1]). Der griechische Name für Wort und Rede ist *αἶνος* ([2]), daher die Stadt gleichen Namens in Thracien auch diejenige ist, deren Münzen (s. Taf. I, 1 und I, 3.) die schönsten und mannigfachsten Typen des Redegottes und seiner Attribute uns kennen lehren ([3]). Aus gleichem Grunde aber stempelten auch die Ainianer ([4]) in Thessalien auf ihren Münzen (s. Taf. I, 7.) denselben Gott Hermes, den linken Arm in das Gewand eingehüllt, in der Rechten eine Schleuder, zu seinen Füſsen bald einen Caduceus, bald einen Palmstengel und zwei Speere.

Die fuſslose Gestalt des Hermes, die eigentliche Hermenform, finden wir sowohl in Kyllene in Elis, wo der Gott blos durch eine Basis mit ithyphallischem Gliede bezeichnet ward ([5]), als auf dem höchsten arkadischen Berg mit gleichem Namen ([6]), wo ein ähnliches altes Idol in dem Naos des Hermes Kyllenios gewiſs nicht fehlte, da die Ableitung von *κυλλός*, lahm, verstümmelt an Fuſs oder Hand ([7]), als Eigenthümlichkeit des Hephaistos und Hermes in der griechischen Religion gang und gebe ist. In Hermenform, den Caduceus daneben, (s. Taf. I, 5.) zeigen ihn auch die Münzen ([8]) der Schatteninsel *Σκίαθος*, im Gegensatz mit dem Lorbeerbekränzten Apollokopf der Rückseite, wie Nacht und Tag. Dieselbe viereckte Gestalt mit spitzbärtigem, von wollenem Pileus bedeckten Kopfe, zeigte der in der achäischen Stadt Pellene durch eifrige Anbetung aus-

---

([1]) Paus. VII, XXII, 2 u. 3.

([2]) Völcker im Rhein. Mus. 1. Jahrg. S. 203: *Αἶνος* Wort, Rede, den Namen Aeneas leitet der homerische Hymnos (Ven. 199) von *αἶνος* ab. Mit Recht beziehen wir ihn wohl auf den Schmerz und die Klagen, welche so sehr sowohl in dem Mythos, als in dem Kultus der phrygischen Religion sich bemerklich machen. — Cf. Paus. II, XXI, 2. P. Diacon. Exc. ex Fest. I, p. 20 ed. Müll. Aeneatores cornicines dicuntur, id est cornu canentes.

([3]) Mionnet Descr. Rec des Pl. XLIX, 3. Supplém. Pl. V, 4. Combe Mus. Brit. IV, 15.

([4]) Mionnet Supplém. III, p. 278, n. 117. Athenekopf. AR. Thes. Brandeb. T. 41, p. 52; Gessner Tab. V, 40, p. 229.

([5]) Paus. VI, XXVI, 3.

([6]) Paus. VIII, XVII, 1.

([7]) Hesych. v. *κυλλός· χωλός, καμπύλος.* — v. *κυλλοποδίων· χωλός, μονόχειρ.*

([8]) Millingen Anc. coins of gr. cit. Pl. III, 18.

gezeichnete Hermes Dolios ([1]), dem zu Ehren später Kampfspiele daselbst gefeiert wurden, worin den Siegern mit Bezug auf Wolle und Wollarbeit der Schaaffellstadt Pellene ([2]) eine wollene Chläna als Preis zufiel ([3]). Diesen Gott von Pellene, späteren Kunststyls, glauben wir auf einem etruskischen Spiegel ([4]) an dem zottigwollenen Obergewande (s. Taf. I, 6.) erkennen zu dürfen. Die Stadt Pheneos in Arkadien zeichnete sich ebenfalls durch Kultus des Hermes, Tempel, Statue und besondere Festspiele, vor den meisten Hermesstädten aus ([5]); ihre Münzen (s. Taf. I, 9.) zeigen den Gott mit dem kleinen Arkas im Arm ([6]). Das Wort *φέναξ* erklärt Hesychius durch *ψεύστης* und *πλανός*, Lügner, Umherwandrer, zwei Eigenschaften welche dem Charakter des Hermes nicht widersprechen. Wenn Stephanus von Byzanz ([7]) die Insel Imbros als dem Hermes und den Kabiren heilig bezeichnet und hinzufügt dafs in der Mysteriensprache Hermes den Namen Imbros führt, so ist man wohl berechtigt, auf den Münzen von Imbros ([8]) diesen Gott in der ithyphallischen Figur zu vermuthen, welche in der Rechten einen Zweig, in der Linken eine Schale hält (s. Taf. I, 4.). Adana in Cilicien ([9]) stempelte auf seinen Münzen (s. Taf. I, 11.) einen jugendlichen Hermes mit Caduceus und Geldbeutel, den, als Unheilbewahrer aufzufassen des Hesychius Glossen Ἀδήνη· ἄκακος und Ἀδηνέως· ἀδόλως uns vielleicht berechtigen, falls wir nicht lieber wegen des Geldbeutels einen Reichthumgeber, von *δάνος* donum mit vorgesetztem *α* der Verstärkung den Namen ableitend, ähnlich dem in Tarent angebeteten

---

([1]) Paus. VII, xxvii, 1. Eine noch unedirte echtgriechische Bronze des Blacasschen Museum beziehe ich auf diesen Gott.

([2]) Panofka Einflufs der Gottheiten auf die Ortsnamen, Leto. Abh. d. Akad. d. Wiss. 1840. S. 371.

([3]) Schol. Pind. Olymp. VII, 156. Vgl. auch Peleus mit Schaafsfell auf einem Vasenbild bei Inghirami Mus. Chius. T. XLVI.

([4]) Gerhard Etruskische Spiegel Taf. LX.

([5]) Paus. VIII, xiv, 7.

([6]) Müller Denkm. a. K. I, xli, 179. Kopf der Kora.

([7]) s. v. Ἴμβρος.

([8]) Monum. inéd. de l'Instit. archéol. Tom. I. Pl. LVII B, 11: Annal. de l'Institut Tom. V, p. 270.

([9]) Combe Mus. Brit. X, 14. Æ. Lorbeerbekränzter bärtiger Jupiterkopf.

Herakles Ἐριδανάτας (1) hier erkennen wollen. Zu Heraklea am Pontus rechnet Stephanus von Byzanz (2) einen Ort Ὀδιούπολις, und erwähnt bei dieser Gelegenheit die Beinamen des Wegegottes Hermes Ἐνόδιος und Ὅδιος, von dem wahrscheinlich diese Lokalität ihre eigenthümliche Benennung entlehnte.

Hestia.

Des Hermes Gemalin Hestia, deren Verehrung mehr im Privat- und Familienleben, als in öffentlichen Tempeln und Festen sich kund gab, erfreute sich dennoch in der Hermesstadt, Hermione, eines besonderen, wahrscheinlich wie in Rom runden Tempels. Die Stelle einer Tempelstatue vertrat ein bloſser Altar, welcher bekanntlich denselben Namen ἑστία wie die Göttin führt. Auf diesen Altar brachte man der Hestia die Erstlinge von Früchten und Thieren zum Opfer (3). Derselben Göttin verdankt wahrscheinlich auch die euböische Stadt Hestiaea, in der epischen Form Histiaea, ihre Benennung: ein bekränzter weiblicher Kopf auf den Silbermünzen (4) dieser Stadt läſst sich vielleicht mit einigem Grund auf Hestia beziehen: desgleichen der verschleierte mit Stephane geschmückte Kopf (s. Taf. I, 13.) der Münzen von Priapos (5), da der Gründer dieser mysischen Stadt bekanntlich in Liebesbrunst der schlummernden Vesta sich näherte, die durch das Schreien des Esels aufgeschreckt noch zeitig genug vor dem dringenden Gott die Flucht zu ergreifen vermochte (6). Auch Hestiaea in Akarnanien und Hestiaea in Thessalien am Olympus standen vermuthlich nicht minder unter dem Schutz dieser Göttin. In der arkadischen Stadt Tegea, wo jeder der vier Stämme eine Statue des Apollo Agyieus geweiht hatte, befand sich eine gemeinsame Hestia aller Arkader (7), und in

---

(1) Panofka Terracotten des K. Museums S. 146. 147. Taf. LVI, 2.

(2) Steph. Byz. s. v. Ὀδιούπολις.

(3) Paus. II, xxxv, 2.

(4) Mionnet Rec. des Pl. LXIV, 3. Panofka Einfl. d. Ortsnamen Abh. d. Akad. d. Wiss. 1840. Taf. III, 2.

(5) Pellerin Rec. de Méd. des Peuples et des Villes T. II, p. 57, pl. L, 52; Mionnet Descr. II, 629, 730. giebt den Kopf der Ceres.

(6) Ovid. Fast. VI, 333 sqq.

(7) Paus. VIII, LIII, 3.

Mantinea ein ebenfalls runder Altar mit demselben Namen ἑστία κοινή, gemeinsamer Altar, unter dem des Kepheus Tochter Antinoë begraben lag ([1]).

Dionysos.

Nach dem Gott Dionysos benennt sich die phrygische Stadt Dionysopolis in Übereinstimmung mit ihrem Münztypus ([2]), der einen langbekleideten Dionysos mit Thyrsus und Weintrauben, vom Panther begleitet, auf der Rückseite den Epheubekränzten Kopf des Gottes, bisweilen (s. Taf. I, 14.) den des Silen gegenüber einer Cista mystica, aus der eine Schlange hervorsteigt ([3]), darstellt. Die gleichnamige Stadt im Unteren Mösien schmückt ihre Münzen ([4]) mit dem Bilde eines Dionysos, welcher in der Rechten den Kantharus, in der Linken den Thyrsus hält und ebenfalls vom Panther begleitet wird. Von der Feuergeburt des aus dem Leib der erblitzten Mutter Semele geretteten Gottes entlehnt die phocische Stadt Umbrand, Amphikaia, ihren Namen, wo Dionysos als Seher und Heilgott durch Träume verehrt ward ([5]). Die Insel Naxos, wo man Trauer- und Freudenfeste dem Gott und seiner Geliebten Ariadne feierte ([6]), gehört zu den Hauptsitzen dionysischer Religion, weshalb es ihren Münzen ([7]) auch nicht an Zeugnissen für den Kultus des Weingottes und den Seegen des Weinbaus (s. Taf. I, 18.) gebricht. Auf gleiche Weise treffen wir auf den Münzen der gleichnamigen sicilischen Stadt ([8]) einerseits den Weinbekränzten Dionysoskopf, andrerseits bald eine Weintraube (s. Taf. I, 20.), bald ([9]) einen Silen mit einem Kantharus in der Rechten, auf einem Bocksfell sitzend (s. Taf. I, 19.) als Anspielung des Namens Naxos, von νάκος,

---

([1]) Paus. VIII, ix, 2.

([2]) Mionnet Suppl. VII, 552, 308; Neumann Pop. II, p. 65. Tab. II, Fig. 12.

([3]) Mionnet Rec. des Pl. LXXVII, 3.

([4]) Mionnet Suppl. II, 64, 67 Kopf des Septimius Severus.

([5]) Paus. X, xxxiii, 5; Verehrung des Dionysos und Asklepios, die beide aus dem Leib der erblitzten Mutter gerettet wurden.

([6]) Plut. Thes. XX.

([7]) Mionnet Suppl. IV, 396, 228 sqq.

([8]) Mionnet Suppl. I, pl. XI, 13. Suppl. I, p. 407, 318 sqq.

([9]) Combe Mus. Brit. IV, 8.

Bocksfell (1), wie denn auf mehreren pompejanischen Wandmalereien (2) der auf Naxos verlassenen Theseusgeliebten dasselbe Bocksfell zur Unterlage während des Schlummers nicht absichtslos diente. Auch die Stadt Nakone (3), zu derselben Familie der Bocksorte gehörig, verehrte den Dionysos mit Thyrsus und Kantharus auf einem Maulthier, nebst seiner Geliebten Ariadne (s. Taf. I, 21.). Ein gleiches Resultat liefert auch die Prüfung der Münztypen (4) der cilicischen Stadt Nagidus mit einem unterirdischen Scepterführenden Zeus, der ein entschieden bacchisches Attribut, eine Weinrebe, in seiner Rechten hält (s. Taf. I. 22.).

Die thracische Stadt Maronea (5) zeichnet sich durch den Kultus des Dionysos Soter aus und zeigt bald den aus des Zeus Schenkel, *μηρός*, geborenen Dionysos mit Reben in der Hand, bald (6) einen blofsen Rebenstamm (s. Taf. I. 23.), bald (7) die Hitze der Hundstage (s. Taf. I. 24.) unter dem Bilde der Maira, des Hundes des Ikarios. Der attische Blüthendemos, Phlyeus, besitzt einen Altar des Blüthen-Bacchus, *Διόνυσος Ἄνθιος*, welcher dem Orte den Namen gab (8): ein andrer attischer Demos hiefs gleichbedeutend mit *παυσίλυπος* und *λαθικήδης*, den bekannten Beinamen des Dionysos, Schmerzennehmer (9), *Ἀχαρναί*: die Gesundheitsgöttin Athene hatte daselbst einen Altar; zugleich verehrte man einen doppelten Dionysos, den einen, den Sänger und Vorsteher des Drama's, *Μελπόμενος*, den andern mit Namen Epheu, *Κίσσος*, der hier zuerst aufwuchs (10), wohl mit Bezug auf die dem Epheukranz zuerkannte Heilkraft gegen den Kopfschmerz

(1) P. Diac. Excerpt. Fest. L. XII. v. Naccae. Omnia fere opera ex lana nacae dicuntur a Graecis. Cf. Mus. Borb. Vol. V, Tav. L.

(2) Mus. Borb. Vol. XI. Tav. XXXIV; Vol. VIII, Tav. IV; Pitt. d'Ercol. T. II, tav. XVI, p. 103.

(3) Mionnet Descr. I, p. 261, 437. Suppl. I. Pl. XI, 11.

(4) Mionnet Suppl. VII, 236, 315-317; Combe Mus. Brit. Pl. X, Fig. 16.

(5) Mionnet Suppl. II, 337, 824. Rec. des Pl. XLVIII, 5.

(6) Mionnet Rec. des Pl. XLVIII, 5.

(7) Combe Mus. Hunt. Tav. 35, XXI. Vgl. die welke Blume (*μαραίνω*) auf Münzen dieser Stadt bei Mionnet Suppl. II, 334, 811, und Welcker Ann. de l'Instit. Archéol. Vol. II, p. 246.

(8) Paus. I, XXXI, 1 und der Ismenischen Nymphen: Hesych. *ἰσμαίνει· ἀναψύχει, ὄζει.* Dionysos *Εὐάνθης* Athen. XI, 465 a. b.

(9) Paus. I, XXXI, 3. von *ἄχος* und *ἄρνυμι*, soviel wie *αἴρω*.

(10) Paus. l. c.

der Trunkenheit (1). Hieher darf man wohl auch die phrygische Gutmuthsstadt Eumeneia rechnen, der wir nächst andren Münztypen (2) des Dionysos auch den merkwürdigen (3) eines jugendlichen Weingottes verdanken, neben Lyraspielender Thalia sitzend auf einem Zwiegespann von Tigerin und Bock, den ein flötender Himeros reitet (s. Taf. I, 25.). Wie Lebadea in Böotien den Zeus Trophonios als Pluton und Asklepios zugleich anbetete (4), so verehrte Lebedos in Ionien, von λείβειν, libare, spenden, herzuleiten, vorzugsweise den Gott der Spende, Bacchus, mit einem Kantharus in der Rechten und Thyrsus in der Linken (5). Auf gleiche Weise hängt die lesbische Stadt Methymna mit der Trunkenheit (6) μέθη zusammen: auf ihren Erzmünzen (7) erscheint einerseits ein Epheubekränzter, jugendlicher Bacchuskopf, andrerseits ein zweihenkliges Weingefäfs oder ein Epheukranz (s. Taf. I, 26.), auf den Silbermünzen (8) ein den Gott auch sonst vertretender Eber gegenüber dem Kopf der Minerva Medica, einem Synonym von Methe (s. Taf. I, 27.).

Der Dionysos Orthios (9) gab der Stadt Orthosia in Karien den Namen: seinen Epheubekränzten Kopf, und auf der Rückseite einen laufenden Panther und horizontal liegenden Thyrsus (s. Taf. I. 15.) zeigen die Münzen (10), bisweilen (11) denselben in ganzer Figur auf seinem springenden Viergespann die Persephone raubend (s. Taf. I, 17.). Auf einem Panthergespann fahrend (s. Taf. I. 16.) erscheint derselbe Gott auf Erzmünzen der phönicischen Stadt gleichen Namens (12). Der Gott des Übermuths und

---

(1) Athen. XIV, p. 675 c.

(2) Mionnet Suppl. V, 563, 349, 350.

(3) Millingen Sylloge of anc. coins Pl. IV, 58.

(4) Paus. I, xxxiv, 2; IX, xxxix. Cf. Clarac Mus. de Sculpt. Pl. 131, n. 711.

(5) Mionnet Descr. III, 140, 587.

(6) Plut. Qu. Symp. III, 11 ὅς (Dionysos) γε τὸν ἄκρατον, ἀντίκρυς μέθυ, καὶ μεθυμναῖον αὐτὸς αὑτὸν ὠνόμασεν.

(7) Mionnet Descr. III, 38, 41.

(8) Mionnet Rec. des Pl. LVI, 1. Die Schlange auf dem Helm ist nicht zu übersehen.

(9) Athen. II, 38 c; V, 179 e.

(10) Mionnet Descr. III, 374, 412.

(11) Mionnet Suppl. VI, 530, 461.

(12) Pellerin II, lxxxi, 16.

der Ausgelassenheit, Dionysos, sitzt auf den Münzen der kretischen Stadt Sybritia ([1]) mit einem Kantharus und Thyrsus gegenüber dem ministrirenden Hermes, der einen Caduceus und eine Phiale hält (s. Taf. I, 28.). Hybris als Satyr mit einer Ruthe in der Hand erscheint auf einer vor kurzem entdeckten volcenter Vase ([2]), als Zeuge bei dem Scheiterhaufen und der Himmelfahrt des Herakles; als Geliebte des vermuthlich unterirdischen Zeus und als Mutter des Pan kennt sie Tzetzes ([3]); das in Argos mit Bezug auf den durch Telesilla herbeigeführten Frauensieg gefeierte Fest Ὑβριστικά bestand in einer Vermummung der Jünglinge in Frauenkleider und der Mädchen in Kriegsrüstung ([4]).

Die Insel Andros prägt bald einen Panther, bald eine Amphora als Rückseite des Dionysoskopfes (s. Taf. I, 29.) auf ihren Münzen ([5]): ΑΝΔΡΙΩΝΗ überschrieb der Maler einer volcenter Vase ([6]) die Figur der Göttin Erde, Γαῖα: den Begräbnifsplatz bezeichneten die Griechen mit dem Worte πολυάνδριον ([7]). Die Wegestadt Odessos in Thracien fällt den Wegegöttern Hermes und Pluton natürlich anheim; daher erscheint auf ihren Münzen ([8]) bald der Unterweltsgott zu Pferde, langsam einherschreitend, mit einem Füllhorn in der Rechten ([9]), auf anderen ([10]) der Kopf des Hermes mit einem Petasus bedeckt, den Caduceus hinter sich, und auf der Rückseite das Symbol des Ἀγαθὸς θεός, das Füllhorn, bis-

---

([1]) Mionnet Descr. T. IV, pl. XI, 3. Combe Mus. Hunt. Tab. 52, II.

([2]) De Witte Cab. étr. n. 96. Jahn Vasenbilder S. 24. Hybris als weibliche Figur bei Athen. II, 36 d.

([3]) Ad Lycophr. Cass. v. 772.

([4]) Plutarch. Ἀρεταὶ γυν. s. p. 269; Polyaen. VIII, 33; Paus. II, XX, 7; Herod. VI, 77; Suid. v. Τελέσιλλα.

([5]) Pellerin III, pl. LXXXIX, 3. Combe Mus. Brit. T. VIII, 21. Mionnet Rec. d. Pl. LXXI, 3.

([6]) Gerhard Auserlesne Vasenb. CXIV: ΑΝΔΡΙΟΝΟΙ (?) über der Ge, welche beim Zweikampf des Herakles mit Antaeos hinter ihrem Sohne steht, wie Athene jenseits hinter ihrem Liebling.

([7]) Vgl. das Haus Andron in Samos, πηδήτης genannt wegen der daselbst aufgehängten Ketten der Megarenser (Plut. Qu. Gr. LVII; Suid. v. Ἀνδρῶνα. Aristoph. Eccles. v. 744.

([8]) Mionnet Suppl. II, 350, 889.

([9]) Fälschlich Sarapis genannt.

([10]) Mionnet l. c. 895.

weilen (1) der bärtige Ἀγαθὸς Θεός selbst (2) mit Füllhorn in der Linken, aus der Phiale in der Rechten Wein auf die Erde herabgiefsend (siehe unsere Tafel I, 30.). Die Stadt Termessos ziert mit dem Bilde eines gleichen Gottes ihre Münzen (3), indem der bärtige Lorbeerbekränzte Kopf (s. Taf. I, 31.) dem finstern Gott Τέρμων, dem Terminus der Römer (4), angehört. In die Reihe der Unterweltsgötter stellt sich auch der behelmte Adranos, dessen Kopf (s. Taf. I, 32.) die Münzen der sicilischen Stadt der Mamertiner (5) gegenüber einem Hunde nachweisen: den Sinn seines Namens, mit ἁδρεύς, voll, reich zusammenhängend, dem Ares Ἀφνεῖος so gut wie dem Adrast vergleichbar (6), hat bereits Welcker (7) in seiner trefflichen Monographie der Paliken entwickelt, allein die Gleichheit monetarischer Bilder in der gleichnamigen Stadt Hadria (8) im picenischen Gebiet völlig übersehen, obschon die Asse dieser letzteren Stadt auf der einen Seite, so gut wie die der Stadt Tuder (9), den Hund als Späher (ἀθρέω), Wächter zeigen, auf der anderen in dem kahlköpfigen Silenskopf (s. Taf. I, 33.) eine andere Form derselben Gottheit, nemlich das Haupt des Adreus als Ἀγαθὸς Δαίμων (10). Den Kopf desselben Adreus, der langgezognen Physiognomie nach, mehr dem Priapos ähnlich, zeigt auch eine Erzmünze (11) der phrygischen Stadt Adramyttium (s. Taf. I, 34.).

Den Hades verehrten die Einwohner von Gades (12), deren Münzen (13) mit einem behelmten, unbärtigen Kopf, auch mit einer Maske ge-

(1) Mionnet Descr. I, 395, 221. Vgl. Suppl. II, p. 353, 902 und 353, 905.

(2) Panofka Terracotten d. K. Mus. S. 5.

(3) Mionnet Suppl. VII, 135, 212, 220 sqq.

(4) Plutarch. Qu. Rom. XV; Numa XVI; Dion. Halic. II, 9, 74. Liv. XLIII, 13; XLV, 44; Ovid. Fast. II, 639 sqq.

(5) D'Orville Sicula p. 307; Mionn. Déscr. I, 259, 422; Suppl. T. I, p. 358, 8 M. v. Adranos.

(6) Paus. VIII, xliv, 6.

(7) Ann. de l'Instit. Archéol. Vol. II, p. 254.

(8) Mionnet Suppl. I, 215, 134.

(9) Mionnet Suppl. I, 211, 95 sqq. der Epheubekränzte Silenskopf 91.

(10) Panofka Terracotten d. K. Mus. Taf. I, 1; Taf. XLIX, 1 u. 2.

(11) Pellerin Méd. des Peuples et Villes. T. II, p. 48; Mionnet Suppl. V, 276, 3.

(12) Philostrat. vit. Apollon. L. V, c. 4. Die Einwohner von Gades τὸν θάνατον μόνοι ἀνθρώπων παιανίζονται.

(13) Mionnet Suppl. I, 25, 141 u. 144.

schmückt sind: sonst erfreut sich dieser Gott, der die Beinamen Πυλάοχος und Πυλάρτης führte ([1]), nur noch in Pylis in Elis eines eignen Tempels, weil er den Pyliern wohlgesinnt, im Kampf gegen Herakles Beistand als Bundesgenosse geleistet hatte ([2]).

Das Bildnifs des Fährmanns der Unterwelt, Charon, hat Hr. Cavedoni ([3]) glücklich auf einer Münze von Karrhae (s. unsre Tafel I, 35.) in Mesopotamien entdeckt, deren Inschrift XAPP unter drei Pappeln, Millingen ([4]) mit Unrecht der lydischen Stadt Charaka zuwies.

Kora.

Des Dionysos Gemalin, Kora, wird vorzugsweise in der gleichnamigen Stadt der Volsker, in Kora ([5]) angebetet, vielleicht galt sie auch als Schutzgöttin der Stadt Koressia ([6]) auf der Insel Keos. Entschieden schliefst sich Pheneos in Arkadien an Persephone an, da die Silbermünzen dieser Stadt ([7]) ihren Ährenbekränzten Kopf (s. Taf. I, 9.) gegenüber ihrem Gemal Dionysos in der Gestalt eines Stieres uns offenbaren. In Sicilien zeigt die Mondstadt Menaenum ([8]) einen gleichen Kopf der Göttin mit der Beischrift ΚΟΡΑΣ als Gegenstück ihrer mit zwei brennenden Fackeln einherschreitenden Mutter. Die Weinspendende Göttin, Dia-Ganymeda-Hebe mit dem Vorzug eines Asyls für entlaufene Sklaven, gab als Blüthengöttin der Stadt Phlius ([9]) ihren Namen. Wie in dieser Gegend Ares als ihr Gemal genannt ward ([10]), so finden wir anderwärts einen Polemokrates Sohn des Machaon, in einem besonderen Hieron in dem Flecken Εὔα, so-

([1]) Hom. Il. VIII, 367; Thorwächter; Πύλαι Ἀΐδαο Hom. Il. V, 646.

([2]) Paus. VI, xxv, 3; Apollod. II, 7, 3; Pindar. Ol. IX, 31.

([3]) Bullet. d. Instit. Archeol. 1838. p. 57.

([4]) Sylloge of anc. coins Pl. IV, 63.

([5]) Strab. V, p. 237.

([6]) Vgl. auch Steph. Byz. v. Κορησσός, hoher Berg bei Ephesos mit einem Flecken der zur Vorstadt diente, Herod. V, 100.

([7]) Mionnet Descr. II, p. 252, 50. 51; Müller Denkm. a. K. Bd. I, Taf. XLI, 179.

([8]) Mionnet Descr. I, p. 252, 364; Torremuzza Sicil. Num. vet. Tab. XLIV, 2.

([9]) Paus. II, xiii, 3; Strab. VIII, p. 382; Paus. II, xii, 4.

([10]) Paus. II, xii, 4.

viel wie Hebe, verehrt ([1]). Auch Lamia in Thessalien ([2]) dürfte derselben Weingöttin zuzuschreiben sein, da die Münzen dieser Stadt ([3]) einerseits ihren Epheubekränzten Kopf, andrerseits einen Krater mit Weinblatt und daneben die Oenochoë, das unzweideutigste Symbol der Hebe, aufweisen (s. Taf. I, 36.).

Thyone.

Die Züge der Dionysosmutter Semele, die vergöttert den Namen Thyone annahm und durch Gesänge und Festtänze der Thyaden auf dem Parnass gefeiert ward ([4]), glauben wir in dem Epheubekränzten weiblichen Kopf der Münzen von Thyatira in Lydien ([5]) mit Sicherheit, vielleicht auch in dem verschleierten Gesicht der Münzen von Tyana in Cappadocien ([6]) zu erkennen.

Silenos. Pan. Priapos.

Der Pädagog der Götterwelt, der Erzieher des Bacchuskindes verleiht der Stadt Silandos in Lydien seinen Namen, daher die Münzen bisweilen auch den Kopf des Silen als Stempel zeigen ([7]). Zu den nächsten Gefährten des Dionysos mufs man den Pan rechnen, welchem die Stadt Panormos in Sicilien ohne Zweifel geheiligt war, wie das Symbol des Widders ([8]) als Thier-erscheinung dieses Gottes in Übereinstimmung mit dem Namen Panshafen beweist. Ein achäischer Hafen ([9]) nicht weit vom Vorgebirge Rhion, soviel wie Krion, mit demselben Namen Panormos, fällt ebenfalls diesem Gotte anheim. Vorzugsweise ist es aber die Stadt Pantikapaion im taurischen Chersonnes, die von ihm ihren Namen, und auf

---

([1]) Paus. II, xxxviii, 6.

([2]) Ann. de l'Instit. archéol. Vol.V, p. 287 sqq.

([3]) Mionnet Rec. des Pl. LXXI, 3; cf. Déscr. II, 12, 92 u. 97.

([4]) Plut. Qu. Gr. xii; de Isid. et Osid. xxxv; Welcker Semele Thyone im n. Rhein. Mus. I, S. 432 ff. Panofka Terracotten d. K. Mus. S. 124.

([5]) Mionnet Suppl. VII, 443, 576; Descr. IV, 154, 875.

([6]) Mionnet Suppl. VII, 712, 309.

([7]) Mionnet Descr. IV, 142, 811.

([8]) Mionnet Suppl. I, 422, 441; Combe Mus. Hunt. T. 41, ix. Cf. Mion. Descr. I, 279, 616.

([9]) Paus. VII, xxii, 7.

Münzen (s. Taf. II, 1.) seinen bald gehörnten, bald nur Epheubekränzten Kopf, auf der Rückseite eine Chimaira, wilde Ziege, als Synonym von *καπαία*, capra, entlehnte (1). Dafs die Stadt Phanagoria im cimmerischen Bosporus ebenfalls den Kopf des Pan, *φάνος*, auf ihren Münzen prägte (2), ist bereits oben erwähnt. Nächst dem Pansberg bei Marathon mit ziegenähnlichen Felsen und Bädern (3), und der Pansgrotte unter den Propyläen zu Athen (4), erheischt die vor Salamis gelegene Insel Psyttaleia, deren Schnitzbilder des Pan Pausanias (5) bezeugt, hier eine Erwähnung, da *ψύττα* und *ψίττα* den Laut bezeichnen, womit der Hirt die Heerde anzutreiben pflegte (6). Die durch ihre Ziegen berühmte Insel Syros stempelte auf ihren Münzen (s. Taf. II, 6.) mit Recht einerseits einen bärtigen Panskopf, andrerseits einen Bock vor einem Baum (7).

Als Lichtgott giebt Pan dem Glanzberg, Ἐλάϊον für Σελάϊον (8), wo er die Demeter in ihrer Trauer erspähte, seinen Namen; eine brennende Fackel in einem Olivenkranz gegenüber dem Kopf der Ceres zeigen die Erzmünzen von Elaia in Aeolis (9): ein andrer arkadischer Berg, der Leuchtenberg *Λάμπεια* (10) ist ebenfalls ihm geheiligt, so wie rechts von Lykosura die Waidenberge, *Νόμια* (11), mit einem Tempel des Pan Nomios und einem Liederort, *Μέλπεια* genannt, weil Pan daselbst die Melodie der Syrinx erfand; vergleichbar mit dem arkadischen Jungfernberg, *Παρθένιον*, wo Pan eines Tempels sich erfreute, und man die grofsen Schildkröten, deren eine ihm zur Erfindung der Lyra gedient, als dem Gotte heilig nicht fortzunehmen wagte (12). Unter den Trümmern von Hitzingen, *Περαιθεῖς*,

---

(1) Mionnet Descr. I, 347, 7; Suppl. II, 6, 32, 34 sqq.

(2) Mionnet Suppl. IV, 416, 14.

(3) Paus. I, xxxii, 6.

(4) Paus. I, xxviii, 4; Herod. VI, 105.

(5) Paus. I, xxxvi, 2; Aeschyl. Pers. 448.

(6) Hesych. v. Ψιττάζων.

(7) Mionnet Suppl. IV, 404, 281.

(8) Paus. VIII, xlii, 1, 2.

(9) Mionnet Suppl. VI, 27, 185; Pellerin II, 53.

(10) Paus. VIII, xxiv, 2.

(11) Paus. VIII, xxxviii, 8.

(12) Paus. VIII, liv, 5.

beschreibt Pausanias (¹) ein Hieron des Hitzegottes Pan. Auch die Lichtstadt Patrae, wo der jugendliche Dionysos Olympos-ähnlich in grofse Gefahr gerieth vor den wahrscheinlich erotischen Nachstellungen der Pane (²), mufs wohl dem Schutze dieses Gottes anheim fallen: ebenso möchte die Stadt Parium in Mysien, wie der Heros Paris (³), mit Pan und *φαὸς* dem Licht zusammenhängen, und der stehende Bock ihrer Erzmünzen (s. Taf. II, 4.) den göttlichen Vorsteher der Heerden (⁴) vertreten. Auf gleiche Weise fasse ich den Widder auf, welchen gegenüber einem Lorbeerbekränzten Jupiterskopf (s. Taf. II, 5.) die Münzen von Gonnoi in Thracien (⁵) uns zeigen, da der Widder, *ἄῤ*, gleichbedeutend mit Mann, das einleuchtendste Symbol der Generation und somit das Wappen der Zeugungsstadt abgiebt. Wie ganz Arkadien, dessen Münzen den Gott meist in jugendlicher Schönheit, durch Pedum und Syrinx allein erkennbar, auf dem Berg Olympos dem lykäischen Zeus gegenüber sitzend darstellen (⁶), so genofs die macedonische Stadt Mende den Schutz des Gottes Pan, der in der egyptischen Religion den Namen Mendes führte; daher die Silbermünzen (s. Taf. II, 7.) ihn auf dem priapischen Thier, dem Esel, reiten lassen mit einem Kantharus, gegenüber einer Weinstaude (⁷) mit Rücksicht auf Weinbau und dionysischen Cultus.

Fast denselben Gedanken verräth eine Erzmünze von Priapos in Mysien (⁸), einerseits statt eines Hirsches der eine Cista mystica mit aufsteigender Schlange hält (⁹), den bärtigen Kopf des Priapos, andrerseits statt der Geliebten des Gottes, Lotis, mitten in einem Kranz von Lotosblumen, eine Weintraube zeigend (s. Taf. II, 2 und 3.), an deren Stelle die mit Paneskem Priaposkopf geschmückten Münzen (s. Taf. II, 8.) von Lampsakos,

---

(¹) Paus. VIII, XXXVI, 4.

(²) Paus. VII, XVIII, 3.

(³) Panofka Cab. Pourtalès pl. XXXII, p. 102, 103.

(⁴) Combe Mus. Brit. Tab. IX, 14; Mionnet Suppl. V, 386, 641, 643.

(⁵) Streber numism. gr. (Abh. d. Münchener Akad. 1835.) Tab. I, 4.

(⁶) Müller Denkm. a. K. Taf. XLI, 181.

(⁷) Mionnet Descr. I, 478, 207 u. 477, 205, 206; Rec. des Pl. XLVIII, 4; Suppl. III, 82, 500, 501; Pl. VII, 1-4.

(⁸) Combe Mus. Brit. Tab. IX, 17.

(⁹) Combe Mus. Brit. Tab. IX, 16.

dem Hauptsitz des Gottes, einen Kantharus mit halbem Pegasus ([1]) darstellen. Derselbe Gott, bei den Römern unter dem Namen Mutinus Tutinus verehrt, steht als jugendliche, Korymbenbekränzte und mit einem Modius als Unterweltsgott versehene Herme des Μύτης ([2]), zwischen Weintrauben, auf Münzen der lesbischen Stadt Mytilene ([3]), auf dem Vordertheil eines Schiffes (s. unsre Taf. I, 37.), das zur Bezeichnung der Tyche, Mutter des Gottes Tychon, hier wie anderwärts von dem Künstler sinnreich benutzt ward. Die eigentlichste Vorstellung des Gottes findet sich auf einer Münze ([4]) von Nikopolis in Untermösien (s. Taf. II, 9.).

Asklepios. Hygiea. Telesphoros.

Die Geburt des Asklepios knüpft sich an den Zitzenberg Τίτθειον im epidaurischen Gebiet ([5]), wo eine Ziege das Götterkind säugte und ein Hund es bewachte. Hierauf bezieht sich vielleicht der merkwürdige Typus einer Münze ([6]) von Cyparissus ([7]) auf Kreta, wo vor einer hohen Cypresse eine Ziege ein Kind säugt: hinter ihr im Schatten eines andren Baumes steht ein Hirt, mit einem Pedum in der Linken. Auch die sicilische Ziegenstadt Αἰγέστη schliefst sich an den Aesculap an, da ihr andrer Name Ἀκέστη ([8]), von Ἀκέστης hergeleitet, mit dem von Jagdhunden begleiteten Iasion der Münzen ([9]) ebenso zusammenhängt, wie die macedonische Stadt Ἀκεσάμεναι ([10]). Für Asklepios ist Epidauros ([11]) einer der Hauptsitze: die schöne Tempelstatue des bärtigen thronenden Gottes mit einem Scepter in der Lin-

---

([1]) Pellerin II, pl. LIII, 13.

([2]) Panofka Terracotten d. K. Mus. S. 106.

([3]) Combe Mus. Hunt. Tab. 39, 4: Rückseite Kopf des Jupiter Ammon.

([4]) Mionnet Suppl. II, pl. III, 5, p. 121, 413; Descr. I, p. 359, 38.

([5]) Paus. II, XXVI, 4.

([6]) Mionnet Suppl. IV, p. 316, 137.

([7]) Paus. IV, XXXVI, 5: Naos und Statue des Asklepios Aulonios bei Kyparissiae in Messenien; vgl. Kyparissos, alter Name von Antikyra in Phocis, wo Antikyreus den Herakles kurirte (Paus. X, XXXVI, 3-4).

([8]) Steph. Byz. s. v.

([9]) Duc de Luynes Choix de Médailles Pl. VII, 8 u. 9.

([10]) Steph. Byz. s. v.

([11]) Paus. II, XXVI, 7. XXVII.

ken, die Rechte über die vor ihm sich emporhebende Schlange ausgestreckt, unter dem Throne sein kauernder Hund ([1]), wird durch eine Silbermünze dieser Stadt veranschaulicht, auf deren Rückseite der Kopf seines Vaters, des Lorbeerbekränzten Apollo (s. Taf. II, 10.) sichtbar ist. Der Name Ἐπίδαυρος läfst sich entweder mit Hesychius als Synonym von ἐπίταυρος und ἐπιτάρροθος, als stark, Helfer, Beistand, erklären und hängt dann mit θάρσος, Muth, zusammen, wie denn auch bei den Macedoniern der Gott, zu dem die Kranken um Heilung flehten, Δάῤῥων hiefs ([2]), oder er bedeutet dasselbe wie Ἐπιδῶρος, Ἐπιδώτης, da das Wort δῶρα, im lateinischen dona, mit δάνη, δανάκη zusammenfällt: demnach ward in Epidauros der Gott der Heilkunde als Gnaden- und Seegengeber angebetet, gewifs mit noch gröfserem Recht, als in dem Tempel desselben Gottes zu Sicyon der Gott des Schlafes, Hypnos, mit dem Prädikat Ἐπιδώτης belegt ([3]). Auf Silbermünzen der Insel Zakynthos ([4]) bei Elis sitzt der Heilgott auf einem Felsstück oder Altar, die Rechte auf den Kopf einer neber ihm befindlichen Schlange gelegt (s. Taf. II, 11.). Ich vermuthe dafs der Begriff des Leben- und Gesundheitsgebers in dem Namen der Stadt sich abspiegelt, nicht verschieden von der phrygischen Stadt Aizanis, auf deren Münzen ([5]) Hygiea mit einem Apfel in der Linken die ihr geweihte Schlange füttert (s. Taf. II, 12.). Asine in Argolis mit dem Münztypus ([6]) des Heilgottes (s. Taf. II, 13.) erinnert der Bedeutung nach an Akakesium in Arkadien, und dürfte von dem Verderbenbewahrer Asklepios, dem Gegensatz des Sinnis, seinen Stadtnamen herleiten. Die Stadt der Ainianer in Thessalien, welche wir schon als Wortstadt für den Hermes Logios benutzten ([7]), scheint von gleichem Gesichtspunkt aus auch den Rathgeber Asklepios, der in Elis mit

---

([1]) Streber numism. gr. Tab. II, 4. Paus. II, XXVII, 2.

([2]) Hesych. v. ἐπίταυρον· ἰσχυρόν. — v. ἐπιτάῤῥοθος· ἰσχυρὸς, βοηθὸς, σύμμαχος. — v. δάραι· θυμῷ. — v. Δάῤῥων· Μακεδονικὸς δαίμων, ᾧ ὑπὲρ τῶν νοσούντων εὔχονται.

([3]) Paus. II, x, 2.

([4]) Mionnet Rec. des Pl. LXXIII, 3: Rückseite Apollokopf. Descr. II, 206, 8. Suppl. IV, 202, 63.

([5]) Combe Mus. Brit. Tab. IX, 14.

([6]) Mionnet Suppl. IV, 132: Rückseite Kopf des Geta; Pellerin T. I, p. 124. cf. Mionnet Suppl. IV, 130, 131.

([7]) Siehe S. 83, Note 4 dieser Abhandlung.

dem Beinamen Demainetos, der Volksconsultirte, einen Tempel besafs ([1]), unter ihre Schutzgötter gezählt zu haben; wenigstens deutet darauf gegenüber einem Hermeskopf die stehende Statue eines unbärtigen Aesculap mit Schlangenstab (s. Taf. II, 14.) auf den Münzen in Erz ([2]).

Aber auch die dritte Person in dem Verein der Heilgottheiten, die bald durch vollständige Einhüllung in ihren Mantel, bald durch die Verschliefsung des Mundes mit Hülfe des vorgelegten Fingers Schweigsamkeit und Mysterienverhüllung andeutet, Telesphoros, erheischt einige Berücksichtigung. Mit einem Modius auf dem Kopf, einem Füllhorn in der Linken, die Rechte nach dem Mund hin erhoben, tritt er auf den Erzmünzen ([3]) der thracischen Stadt Perinthos auf, (s. Taf. II, 15.) deren Ableitung von πέρας Ende, Vollendung, Synonym von τέλος, keinem Zweifel unterliegen kann, und deren Name daher soviel wie περαίνων Vollender, von dem des Telesphoros sich nicht im geringsten unterscheidet. Von demselben Gott leitet auch der schon bei Artemis Paidotrophos in Korone erwähnte Flufs Pamisos, Kleinkinderheiler, seinen Namen, an dessen Quellen kleinen Kindern Genesung zu Theil ward ([4]).

Von den Aufsehern des physischen Lebens wenden wir uns zu denen des ethischen:

Nemesis und Tyche.

Wie Nemea durch den Cultus des Zeus Nemeios ([5]) und die Quelle Adrasteia ([6]), sogut wie die zwischen Priapus und Parium gelegne Stadt ([7]) auf Nemesis hinweist, so verdankt die gallische Stadt Nemausus der Nemesis ebenfalls ihren Namen. Dafür zeugen sowohl schriftliche

---

([1]) Paus. VI, xxi, 4.

([2]) Combe Mus. Hunt. Tab. 3, Fig. viii.

([3]) Combe Mus. Hunt. Tab. 42, XVI.

([4]) Paus. IV, xxxiv, 3.

([5]) Paus. II, xv, 2 u. 3, II, xx, 3; xxiv, 2; Gerhard Archemoros, Taf. I, Abh. d. K. Akad. d. Wiss. 1836.

([6]) Paus. II, xv, 3; vgl. die Statue der Adrasteia im Naos der delphischen Gottheiten in Kirrha, Paus. X, xxxviii, 6.

([7]) Steph. Byz. v. Ἀδράστεια. Adrast soll ihr am Aisepos (Αἶσα Schicksal) das erste Heiligthum gegründet haben, Strab. XIII, p. 588; oder von διδράσκειν abgeleitet, bezeichnet der Name die Unentrinnbare. (Eustath. 355. 17 u. 1321, 40. Valcken. ad Herod. III, 40.)

Denkmäler von dem Cultus der Göttin daselbst, als ihr Bild mit Helm und Phiale, zwei Schlangen vor sich, (s. Taf. II, 16.) auf Erzmünzen (¹) dieser Stadt. Ebenso entschieden schliesst sich die picentiner Stadt Ellenbogen Ἄγκων (²) mit ihrem einen Zweig haltenden Symbol des Maafses, und zwei Sternen, (s. Taf. II, 17.) an die Mutter der Helena, die Göttin Nemesis an, deren Kopf auf der Rückseite derselben Erzmünze (³) sichtbar ist; zu dieser Göttin passt auch der zwischen Ankon und Senogallia fliefsende Verhängnifsflufs Αἶσις (⁴). Nemesis oder Themis, von der als Spurengöttin, Ἰχναία, die macedonische Stadt Spuren Ἴχναι ihren Namen entlehnte (⁵), mit einer Wagschale in der Rechten und in der erhobenen Linken bald einen Mohnkopf, bald Aehren haltend, erscheint auf Münzen (⁶) der phrygischen Stadt Prymnessos (s. Taf. II, 18.): erwägt man, dafs πρύμνη das Schiffsvordertheil bedeutet, der Platz, wo der Steuermann sitzt, so wird der Name der Stadt wie ihr Münztypus höchst passend für die Göttin gelten, welche, der Tyche nahe verwandt, das Steuerruder des menschlichen Lebens führt (⁷) und das rechte Maafs unter den Menschen herstellt, Glück und Unglück ausgleichend: ja ihre Anwesenheit wird uns weniger überraschen, als das ihr gegenüber gesetzte Bild des Phrygerkönigs Midas, dessen Richteramt in dem Wettstreit des Apoll und Marsyas eine wenigstens musikalisch unbeneidenswerthe Berühmtheit erlangt hat. Am vollständigsten erkennen wir aber das Standbild der Nemesis mit gekrümmtem Ellenbogen, dessen Hand ihr Obergewand aufzieht, während die gesenkte Linke ein Gebifs hält, als Symbol der Züglerin menschlicher Leidenschaften und Frevel, — jener unentfliehbaren Göttin Ἀδράστεια, der eine Stadt in Kleinasien Namen und

(¹) Combe Mus. Hunt. T. 40, VI; Mionn. Suppl. I, 141, 114. Steph. Byz. v. Νέμαυσ. der Kopf des Herakliden Nemausos auf der Rückseite.

(²) Pauli Diaconi Exc. Fest. I, (16) p. 19 ed. Müller: Ancus appellatur qui aduncum brachium habet et exporrigi non potest.

(³) Pellerin Tab. VII, 1. Mionn. Descr. I, 105, 61.

(⁴) Strab. V, p. 227. Vgl. Steph. Byz. v. Ἀσαί, Flekken in Korinth: Ἀσαί καὶ Μαυσός (etwa Νεμαυσός?) grofse und menschenreiche Flekken.

(⁵) Steph. Byz. s. v.

(⁶) Mionnet Suppl. T. VII, pl. XIII, 1. Déscr. IV, 354, 906 sqq. Suppl. VII, 609, 548.

(⁷) Κυβερνήτειρα βιότοιο.

Tempel verdankte ([1]), — auf Münzen (s. Taf. II, 19.) der pisidischen Stadt Würfelloosung, Petnelissos ([2]), von *πέτνη* soviel wie *πέττοι*, und *ἴσσομαι*, das laut Hesychius bei den Aeolern für *κληροῦσθαι* gebraucht ward, sodafs diese Stadt sich als ein Homonymon von Πεσσινοῦς ([3]) bezeichnen läfst, in der die grofse Mutter der Götter als Würflerin, Κυβέλη, ihren Sitz hatte.

Der Nemesis am nächsten steht die Schicksalsgöttin Tyche, die als gute Glücksgöttin nicht leicht ohne das entsprechende Symbol des Füllhorns hervortritt, daher auch die lukanische Füllhornstadt, Copia, auf den Münzen ([4]) mit diesem Symbol und dem Kopf ihres Gefährten Hermes geschmückt (s. Taf. II, 20.), der Tyche als Schutz- und Namengeberin angehört, so bestimmt, als die gallische Lugdunum-Copia, bald durch den Kopf der geflügelten Göttin selbst, bald durch ein Schiffsvordertheil mit Mastbaum ihren Zusammenhang mit Tyche monetarisch bekundend ([5]). Dieselbe Göttin gab der bei Phönicien gelegenen Insel Arados ([6]) ihren Namen und deren Silbermünzen ([7]) ihr verschleiertes Brustbild, später den Erzmünzen unter Domitian ([8]) ihre ganze Figur auf einem Ruder sitzend, mit einem Füllhorn in der linken Hand (s. Taf. II, 21.). Wenn die phrygische Stadt der Untheilbaren, Unzertrennlichen, ΑΜΟΡΙΑΝΩΝ gegenüber einem behelmten Athenekopf auf ihren Münzen ([9]) einen Händedruck stempelte (s. Taf. II, 22.), so wird zwar die Beziehung dieses noch heute als Zeichen von regem Freundschaftsbund fortlebenden Symbols zu dem Namen der Stadt allgemeine Zustimmung sich erwerben: sobald ich aber bei dem Resultat dieser sinnreichen, moralischen Allegorie mich nicht beruhige, und von der Ethik in das Gebiet der Religion vordringe, würde ich dem Tadel, selbst bei einem schlichten Händedruck wieder rasch mit den Göttern bei der Hand zu sein, unfehlbar mich aussetzen, wenn nicht

---

([1]) Steph. Byz. s. v.

([2]) Millingen Sylloge of anc. unedit. coins Pl. III, 55.

([3]) Lenormant Nouv. Ann. de l'Instit. Archeol. Sect. fr. Vol. I, p. 239 sqq.

([4]) Mionn. Suppl. I, 324, 872 sqq. Peller. I, p. 45. Pl. VII, 20.

([5]) Mionn. Descr. I, 81, 213; Suppl. I, 148, 149 sqq.

([6]) Hesych. v. *ἀράδει· θορυβήσει, ταράξει.* — v. *Ἐρέταις· κωπηλάταις.*

([7]) Mionn. Suppl. VIII, 315, 364. Peller. III, p. 32. Pl. XC, 4.

([8]) Mionn. Suppl. VIII, 323, 411, 413. Peller. III, p. 32. Pl. XC, 5.

([9]) Combe Mus. Brit. Tab. XI, 15. Mionn. Descr. VI, 217, 137.

untrügliche Zeugen aus dem Alterthum selbst, meiner Auffassungsweise zu Hülfe kämen. Zwar läfst eine Münze von Kommagene ([1]) mit demselben Symbol zweier Hände, die einander und zugleich als Zeichen von Frieden und Eintracht einen Caduceus festhalten (s. Taf. II, 23.), durch die Beischrift ΠΙΣΤΙΣ keinen Zweifel über die moralische Bedeutung des Händedrucks, den das Alterthum, wie die neueste Zeit den Handschlag, als Gelübde der Treue zu betrachten pflegte. Allein die Rückseite derselben Münze mit einem Anker versehen, weiset zugleich auf jene schon oben erwähnte Lenkerin menschlicher Lebensfahrt hin, auf Tyche, die älteste der Moeren, die in der phrygischen Stadt Anker, Ἄγκυρα, als Hauptgöttin verehrt, auf den Münzen ([2]) bald einzeln, bald im Dualismus, bekränzend einen mitten stehenden Neptun mit Anker, erscheint, und berechtigt den Stadtnamen der Unzertrennlichen auf den Cultus jener zwei Schwestern zu beziehen, die als zwei Fortunen in Antium ([3]) und Praeneste ([4]) als zwei Nemesis in Smyrna ([5]) angebetet, in unserem phrygischen Amorium auf andren Münztypen ([6]) als zwei Frauen um einen Altar sich uns zu erkennen geben.

Eine andre Stadt in Phrygien Synaos ([7]) zeigt dieselben Göttinnen einander gegenüber mit gleicher Bewegung der rechten Hand nach dem Munde (s. unsre Taf. II, 24.), und der Überschrift ΣΥΝΑΕΙΤΩΝ. Obschon dies Wort vergeblich in den Wörterbüchern gesucht wird, so ist doch seine Bedeutung aus *ἀείτης*, das Suidas durch *ἑταῖρος* erklärt, und *ἀΐτης*, dorisch *ἀΐτας*, das bei den Thessalern den Geliebten bezeichnet, völlig gesichert: *Συναείτων*, consociarum, entspricht genau dem *Ἀμοριάνων* der andern phrygischen

---

([1]) Mionn. Descr. V, 110, 3; Combe Mus. Hunt. T. 19, X. Mionn. Suppl. VIII, 83.

([2]) Mionn. Descr. IV, 221, 156; vgl. Suppl. VII, p. 505, 115. Siehe auch Mionn. Descr. IV, 379, 22, 21.

([3]) Gerhard Prodromus antiker Bildw. S. 61 u. ff. Antike Bildw. Taf. III u. IV.

([4]) Strab. V, 238; Cic. de Divinat. II, c. 41; Gerhard a. a. O.

([5]) Paus. VII, V, 1; IX, xxxv, 2.

([6]) Mionn. Suppl. VII, 501. 100: Rücks. Kopf des Antoninus Pius.

([7]) Combe Mus. Britt. Tab. XI, 20.

Stadt und bezeichnet die beiden Glücksgöttinnen als Colleginnen (1), welche dieser phrygischen Stadt ihren Namen gaben.

Furien. Grazien.

Von einem Hieron der Furien bekam ein Ort in Arkadien, sieben Stadien von Megalopolis, den Namen Maniai: Orest soll dort nach dem Muttermord in Raserei gerathen sein (2): auf dem cilicischen Berge Amanon dagegen fand er mit Iphigenia das Idol der Artemis aus Tauri entführend, Erlösung von seinem Wahnsinn (3).

Die Chariten, für deren Cultus Orchomenoi oder Erchomenoi (4) als Hauptsitz gilt (5), dürften insofern Aneinanderreihung (6) und Tanz (7) zu ihrem Wesen gehören, wohl dieser böotischen Stadt ihren Namen verliehen haben. Wenn nicht mit der Dreizahl der Chariten, wenigstens mit Charis, der Gemalin des Hephästos, stand ein andrer Ort, Charisia in Arkadien, in unzweifelhaftem Zusammenhang (8).

Eros.

Die seltne Vorstellung des Eros Uranios mit einem Tropäum (s. Taf. II, 25.) als Ἀνίκητος (9) und Gefährte der Lanzenbewaffneten Aphrodite gleichen Beinamens, verdanken wir den Münzen von Aphrodisias in Karien (10), die nicht minder merkwürdige des Himeros (s. Taf. II, 26.)

---

(1) Vgl. den Händedrück CYNNAΔЄΩN auf der Münze von Synnada in Phrygien, den Kopf der Roma ΘEA PΩMH auf der Rückseite, Combe Mus. Britt. Tab. XI, 21 u. n. 23 zwei Fortunen, mitten ein Altar.

(2) Paus. VIII, xxxiv, 1.

(3) Steph. Byz. v. Ἄμανον.

(4) Mionn. Suppl. T. III, 516, n. 78—81, n. 82.

(5) Paus. IX, xxxviii, 1.

(6) Hesych. Ὄρχοι· στίχοι ἀμπελῶν.—Ὄρχος· κῆπος καὶ φυτῶν στίχος.

(7) ὀρχεῖσθαι.

(8) Paus. VIII, III, 1 u. XXXV, 5. Vgl. den Denar der G. Carisia mit den Symbolen des Vulkan und dem Kopfe seiner Gemalin Moneta bei Morelli n. 4. Guigniaut Relig. Pl. LXXI, 275 c.

(9) Panofka Terracotten d. K. Mus. S. 96, 97. Taf. XXX.

(10) Combe Mus. Hunter. T. 6, 1.

auf einem Bock [1], als Begleiter der Bockreitenden Aphrodite Pandemos [2], den Münzen der sicilischen Stadt Himera [3]. Im Besitze des Sieges ist wohl auch Eros auf Münzen von Nikomedia in Bithynien [4], wo er forteilend der knieend sein Erbarmen anflehenden Psyche Gnade verweigert (s. Taf. II, 27.). Thespiae in Böotien, wie Thespis, mit θεσπίζειν und ἔπος zusammenhängend, darf als Hauptsitz des Gottes Eros [5] bei dieser Untersuchung um so weniger übergangen werden, als der Name Ἔρως auch den Begriff des ἐρεῖν [6] in sich schliefst, und die Bewohner dieser Stadt auf dem Helikon musische Wettkämpfe, das heifst Gesänge zum Saiteninstrument vorzugsweise feierten, den gymnastischen Spielen aber ebenfalls ihr Recht gewährten [7].

Nike.

Dieser Göttin verdanken zwei bithynische Städte ihren Namen, Nikaea und Nikomedia: die Erzmünzen der ersteren [8] zeigen eine schreitende Siegesgöttin, die der letzteren [9] dieselbe Nike mit einer Palme in der Linken, die Rechte erhoben. Erwägt man die Sitte des Alterthums, den Siegern in den Spielen der grofsen Feste Aepfel und Blumen zuzuwerfen [10], so leuchtet ein, dafs die Göttin des Sieges als Aepfelliebend für die phrygische Stadt Philomelion als Namengeberin aufzufassen ist, indem deren Erzmünzen [11] ihr Brustbild geflügelt mit Palmenzweig auf der einen Seite zeigen, während andrerseits zwei Füllhörner mit Aepfeln sichtbar sind

---

(1) Panofka Terracott. d. K. Mus. S. 57, Anm. 17, S. 99. Plat. Cratyl. 78. a. Issa (Springerin wie Αἴξ.) Stadt auf Lesbos, die Himera genannt ward, Steph. Byz. s. v.

(2) Paus. VI, XXV, 2 Statue des Skopas.

(3) Combe Mus. Hunt. T. 30, XX u. XXI.

(4) Mionnet Suppl. T. V, Pl. I, 3.

(5) Paus. IX, XXVII, 1—3.

(6) Plat. Cratyl. 79. Etym. M. Ἔρως — ἢ παρὰ τὸ εἴρω τὸ λέγω.

(7) Paus. IX, XXXI, 3.

(8) Mionn. Descr. II, 449, 202. Eckhel Doctr. n. v. T. II, p. 423.

(9) Mionn. Deser. II, 465, 301. Tête de Pallas ΝΙΚΟΜΗΔΕΩΝ.

(10) Plut. Sympos. VIII, 4; Πόλλα μὲν κυδώνια μᾶλα ποτεῤῥίπτουν ποτὶ δίφρον ἄνακτι, Stesichorus bei Athen. III, 81 d. Paus. IV, XVI, 4.

(11) Pellerin II, p. 45. Mionnet Suppl. VII, 606, 537 sqq.

(s. Taf. II, 28.). Auf Münzen der Insel Elaiusa ([1]), zu Cilicien gehörig, reicht die der Insel ihren Namen verleihende Nike einen Oelblattkranz (s. Taf. II, 29.).

Das Bild der geflügelten ([2]) Siegesgöttin mit Palme und Kranz (siehe Taf. II, 30.) und der ungeflügelten mit Kranz und Füllhorn ([3]) auf Erzmünzen der Rubastiner in Appulien dürfte wohl mit dem Begriff der Röthe zusammenhängen, der in diesem Stadtnamen sich ausspricht und auf Feuer, Krieg und durch das Symbol der Palme φοῖνιξ auch auf den Sieg hindeutet. Hieher gehören endlich noch die Münzen von Confinium, welche die gegen Roms Herrschaft empörten Völker während des Bundesgenossenkrieges hatten schlagen lassen ([4]), auf der Hauptseite mit einem Lorbeerbekränzten Frauenkopf und der Inschrift ITALIA, auf der Rückseite mit einer sitzenden Victoria mit Palmstengel geschmückt (s. Taf. II, 31.). Treffend hat der Duc de Luynes ([5]) daran erinnert, daſs bei den Samnitern Vitula und Vitellia der Name für die Siegesgöttin war ([6]), demnach diese Münzen auf beiden Seiten das Bild derselben Göttin uns vergegenwärtigen.

([1]) Pellerin III, p. 35, Pl. XCI, 5, Pl. XLVII, 83. Mionn. Suppl. VII, 293, 557.

([2]) Mionn. Descr. I, 133, 329 PYBA Vorderseite Athenekopf; Combe Mus. Brit. Tab. XII, 17.

([3]) Mionn. Suppl. I, 267, 475. Vorders. Lorbeerbekränzter Jupiterkopf.

([4]) Millingen Sylloge of anc. coins p. 7, Plat. I, 2.

([5]) Nouv. Annal. de l'Instit. archéol. Sect. fr. Tom. II, p. 86.

([6]) Sueton. Vitell. c. I: Macrob. Saturn. III, 2: Vitulari est voce laetari. Varro etiam in libro quintodecimo Rerum divinarum ita refert, quod pontifex in sacris quibusdam vitulari soleat, quod Graeci παιανίζειν vocant. — Hyllus libro quem de Diis composuit, ait, Vitulam vocari deam, quae laetitiae praeest. Piso ait, Vitulam Victoriam nominari. — cum faciam rem divinam non ove, non capra, sed vitula; tanquam dicat, cum vitulam pro frugibus sacrificavero.

Erläuterung der Kupfertafeln.

Tafel I.

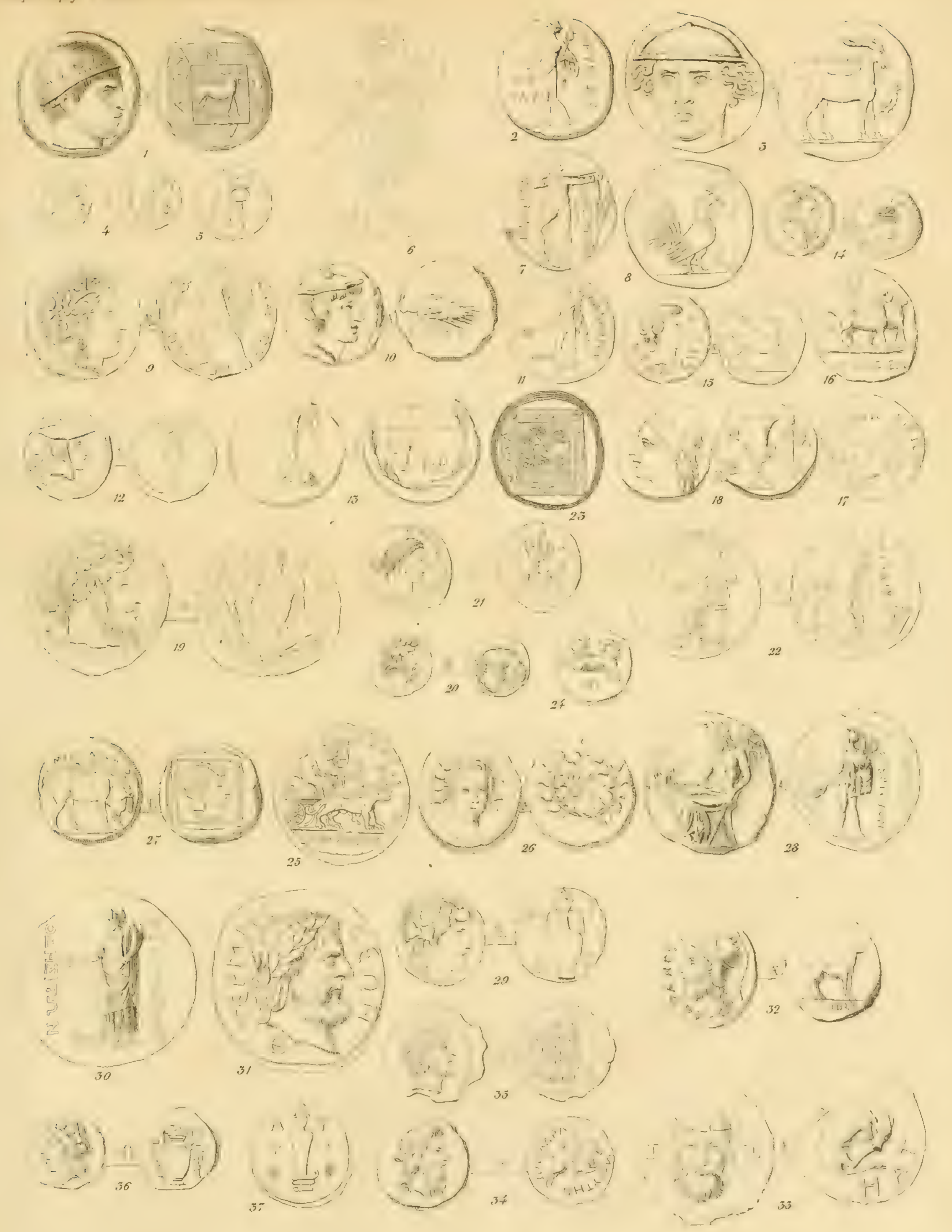
1. Hermeskopf; Rv. Bock. Silbermünze von Ainos in Thracien (Mionn. Descr. Rec. des Pl. XLIX, 3.).
2. Hermes mit Caduceus und Patera; Münze von Korykos in Cilicien (Pellerin Rec. des Méd. des Peupl. et des Villes Tab. LXXVII, 17.).
3. Hermeskopf von vorn; Rv. Bock. Silbermünze von Ainos (Combe Mus. Brit. Tab. IV, 15.).
4. Imbros mit Zweig und Schale; Rv. Kopf der Pitho. Münze von Imbros (Monum. de l'Instit. arch. T. I, pl. LVII B, 11.)
5. Hermesherme, Caduceus daneben; Münze von Skiathos (Millingen anc. coins of gr. cit. Pl. III, 18.).
6. Hermes Dolios von Pellene, Graffito eines etruskischen Spiegels (Gerhard etruskische Spiegel Taf. LX.).
7. Hermes mit Schleuder. Münze der Ainianer in Thessalien. Zeichnung nach dem Original im K. Museum. (Vgl. Beger Thes. Brandeb. T. 41, p. 52; Gessner Tab. V, 40, p. 229.).
8. Hahn, Symbol des Hermes; Silbermünze von Karystos auf Euböa (Combe Mus. Brit. T. VIII, 18.).
9. Hermes mit dem kleinen Dionysos im Arm; Rv. Kopf der Persephone. Silbermünze von Pheneos in Arkadien (Müller Denkm. a. K. I, XLI, 179.).
10. Hermeskopf; Rv. Aehre. Münze von Eresos auf Lesbos (Mionn. Descr. III, p. 37, n. 37.).
11. Hermes mit Geldbeutel u. Caduceus; Münze von Adana in Cilicien (Combe Mus. Brit. X, 14.).
12. Hermeskopf; Rv. Caduceus. Münze von Siris in Lucanien (Millingen Sylloge of anc. unedit. coins of gr. cities and kings Pl. III, 8.).
13. Hestiakopf Rv. Stierkopf in einem Blätterkranz: Münze von Priapos in Mysien (Pellerin Tom. II, p. 57. Tab. L, 52.)
14. Silenskopf, Rv. Cista mystica: Münze von Dionysopolis in Phrygien (Mionnet Rec. d. Pl. LXXVII, 3.).
15. Kopf des Dionysos Orthios; Rv. laufender Panther u. Thyrsus. Münze von Orthosia in Karien (Pellerin Med. d. P. et V. Tom. II, p. 129. Tab. LXVII, 48.).
16. Dionysos auf Panthergespann. Münze von Orthosia in Phönicien (Pellerin II, p. 217. LXXXI, 16.).

17. Dionysos die Kora raubend auf seinem Viergespann. Münze von Orthosia in Karien. (Pellerin Med. d. P. et Villes. T. II, p. 217, Pl. LXXXI, 16).
18. Dionysoskopf; Rv. Krater und Thyrsus. Münze der Insel Naxos (Combe Mus. Hunter. T. 39, XIV.).
19. Bärtiger Dionysoskopf; Rv. Silen mit Karchesion auf einem Bocksfell sitzend. Silbermünze von Naxos in Sicilien (Combe Mus. Brit. T. IV, 8.).
20. Bärtiger, lorbeerbekränzter Dionysoskopf; Rv. Weintraube. Silbermünze von Naxos in Sicilien (Mionnet Suppl. I, pl. XI, 13.).
21. Dionysos mit Thyrsus und Kantharus, zu Maulthier; Rv. Ariadnekopf. Münze von Nakone (Mionn. Suppl. I, pl. XI, 11.).
22. Zeus mit Scepter und Weintraube; Rv. Aphrodite mit Eros und Kaninchen. Silbermünze von Nagidus in Cilicien (Combe Mus. Brit. Pl. X, 16.).
23. Rebenstamm; Münze von Maronea in Thracien (Mionn. Rec. des Pl. XLVIII, 5.).
24. Springendes Hündchen, Maira; Münze von Maronea in Thracien (Combe Mus. Hunt. Tav. XXXV, 21.).
25. Dionysos neben Lyraspielender Thalia auf einem Zweigespann von Tiegerin und Bock, den ein flötender Himeros reitet. Münze von Eumeneia in Phrygien (Millingen Sylloge of anc. coins Pl. IV, 58.).
26. Epheubekränzter Dionysoskopf von vorn; Rv. Epheukranz. Münze von Methymna auf Lesbos (Combe Mus. Hunt. T. 38, VII.).
27. Eber, Symbol des Dionysos; Rv. Kopf der Athene Hygieia mit Schlangenhelm. Silbermünze von Methymna auf Lesbos (Mionnet Rec. des Pl. LVI, 1.).
28. Bärtiger Dionysos sitzend mit Kantharus und Thyrsus; Rv. Hermes mit Caduceus und Phiale. Silbermünze von Sybritia auf Kreta (Mionn. Descr. T. IV, pl. XI, 3.).
29. Bekränzter Dionysoskopf; Rv. Amphora. Münze von Andros (Combe Mus. Brit. T. VIII, 21.).
30. Agathos Theos mit Füllhorn und Phiale. Münze von Odessos in Thracien (Mionn. Rec. des Planch. Pl. LXIX, 5.).
31. Lorbeerbekränzter, bärtiger Kopf des Gottes Termon. Münze von Termessos (Combe Mus. Hunt. T. 58, XV.).
32. Behelmter, bärtiger Kopf des Adranos; Rv. Hund. Münze der Mamertiner (D'Orville Sicula p. 307.).
33. Kopf des Silen Adreus als Ἀγαθὸς Δαίμων; Rv. Liegender Hund: auf Assen von Hadria im picenischen Gebiet (Mionnet Suppl. I, 215, 134: Delfico della antica numismatica di Atri. Tav. I, 1. Teramo 1824.).
34. Kopf des Adreus; Rv. sprengender Reuter. Münze von Adramyttium in Phrygien. (Pellerin Med. des Peupl. T. II, p. 48.).
35. Kopf des Charon; Rv. drei Pappeln. Münze von Karrhae in Mesopotamien (Millingen Sylloge of anc. coins. Pl. IV, 63.).
36. Epheubekränzter Kopf der Hebe; Rv. Krater mit Weinblatt und Oenochoë. Münze von Lamia in Thessalien (Mionnet Rec. des Pl. LXXI, 3.).
37. Herme des Mytes auf einem Schiffsvordertheil, zwischen Weintrauben. Münze von Mytilene auf Lesbos (Combe Mus. Hunt. T. 39, IV.).

Tafel II.

1. Panskopf: Rv. Chimära mit Lanze im Munde. Goldmünze von Panticapaeum im thracischen Chersonnes (Mionnet Rec. d. Pl. Pl. LXIX, 3: Raoul Rochette Journ. d. Sav. Janv. 1832).
2. Priaposkopf; Rv. Weintraube. Münze von Priapos in Mysien (Combe Mus. Brit. T. IX, 17.).
3. Kopf der Geliebten des Priapos, Lotis, mitten in einem Lotoskranz; Rv. Hirsch mit Cista mystica und Schlange. Münze von Priapos (Combe Mus. Brit. Tab. IX, 16.).
4. Weiblicher Kopf mit Binde ums Haar; Rv. Bock. Münze von Parium in Mysien (Combe Mus. Brit. T. IX, 14.).
5. Lorbeerbekränzter Jupiterskopf; Rv. Widder. Münze von Gonnoi in Thracien (Streber Numism. gr. Tab. I, 4. Abh. der Münchner Akad. 1835.).
6. Panskopf; Rv. Bock vor einem Baum. Münze von Syros (Pellerin Med. des Peupl. T. III, p. 114. Pl. CXIII, 3.).
7. Pan mit einem Kantharus, zu Esel; Rv. Weinstaude. Silbermünze von Mende in Macedonien (Mionnet Rec. des Pl. XLVIII, 4.).
8. Kopf des Priapos; Rv. Kantharus mit halbem Pegasus. Münze von Lampsacus (Pellerin T. II, pl. LIII, 13.).
9. Priapos. Münze von Nikopolis in Untermösien (Mionnet Suppl. II, Pl. III, 5.).
10. Thronender Asklepios; Rv. Lorbeerbekränzter Apollokopf. Silbermünze von Epidauros (Streber Numism. gr. Tab. II, 4. Abhand. der Münchner Akad. 1835.).
11. Unbärtiger am Fels sitzender Asklepios; Rv. weiblicher Kopf. Silbermünze von Zakynthos (Mionnet Rec. des Planch. Pl. LXXIII, 3.).
12. Hygieia eine Schlange fütternd. Münze von Aizanis in Phrygien (Combe Mus. Brit. T. IX, 14.).
13. Stehender Asklepios. Münze von Asine in Argolis (Pellerin T. I, p. 24.).
14. Asklepios; Rv. Hermeskopf. Münze von Ainos in Thracien (Combe Mus. Hunt. T. 3, VIII.).
15. Sarapiskopf; Rv. Telesphoros-Harpokrates. Münze von Perinthos (Combe Mus. Hunt. T. 42, XVI.).
16. Behelmte Nemesis mit Phiale zwei Schlangen tränkend; Rv. Kopf des Nemausus. Münze von Nemausus in Gallien (Combe Mus. Hunt. T. 40, VI.).
17. Ellenbogen einen Palmenstengel haltend, drüber zwei Sterne; Rv. Bekränzter Nemesiskopf. Münze von Ankon (Pellerin T. I, Tab. VII, 1.).
18. Nemesis oder Themis mit Wagschale und Mohnkopf oder Ähren; Rv. Kopf des Midas. Münze von Prymnessos in Phrygien (Mionnet Suppl. T. VII, pl. XIII, 1.).
19. Nemesis mit gekrümmtem Ellenbogen, das Gewand aufziehend, in der Linken ein Gebifs haltend. Münze von Petnelissos in Pisidien (Millingen Sylloge of anc. unedit. coins. Pl. III, 55.).
20. Füllhorn der Tyche; Rv. Hermeskopf. Münze von Copia in Lucanien (Pellerin T. I, p. 45, Pl. VII, 20.).

21. Tyche mit Füllhorn auf einem Ruder sitzend; Rv. Kopf des Domitian. Münze der Insel Arados bei Phönicien (Pellerin T. III, p. 32, Pl. XC, 5.).
22. Händedruck. Münze von Amorium in Phrygien (Combe Mus. Brit. Tab. XI, 15.).
23. Händedruck mit Caduceus; Rv. Anker. Münze von Commagene (Combe Mus. Hunt. T. 19, X.).
24. Die beiden Fortunen einander gegenüber. Münze von Synaos in Phrygien (Combe Mus. Brit. T. XI, 20.).
25. Eros Uranios mit einem Tropäum. Münze von Aphrodisias in Karien (Combe Mus. Hunt. T. 6, I.).
26. Himeros in einer Muschel blasend, auf einem Bock reitend. Münze von Himera in Sicilien (Combe Mus. Hunt. T. 30, XX u. XXI.).
27. Eros und Gnadeflehende, knieende Psyche. Münze von Nikomedia in Bithynien (Mionn. Suppl. T. V, Pl. I, 3.).
28. Brustbild der Nike mit Ölzweig; Rv. zwei Füllhörner mit Äpfeln, mitten Sonne, Mondsichel, Blitz. Münze von Philomelium in Phrygien (Pellerin T. II, p. 45.).
29. Nike einen Ölblattkranz reichend. Münze der Insel Elaiusa zu Cilicien gehörig (Pellerin T. III, p. 35. Pl. XCI, 5 u. Pl. XLVII, 83.).
30. Nike mit Palme und Kranz. Münze der Rybastiner in Apulien (Combe Mus. Brit. T. XII, 17.).
31. Lorbeerbekränzter Kopf der Italia; Rv. sitzende Victoria mit Palmstengel. Münze von Confinium (Millingen Sylloge of anc. coins. Pl. I, 2.).



C. E. Weber gest.





C. E. Weber gest.



König Atlas im Hesperidenmythos.

Von

H[rn.] GERHARD.

[Vorgelegt in der Sitzung der philosophisch-historischen Klasse vom 9. Juli 1841.]

Den früher von mir erläuterten Kunstdarstellungen der Hesperiden und Atlas ihres Gebieters ([1]) reiht aus seitdem erfolgter Entdeckung ein Kunstwerk sich an, dessen Eigenthümlichkeit näher betrachtet zu werden verdient. Es ist die anbei ([2]) abgebildete Scherbe eines ansehnlichen apulischen Thongefäfses, welche der gefällige Besitzer derselben, Hr. Zahn, im Jahre 1839 zu Neapel erwarb. Aus der prachtvollen Darstellung einer unteren Reihe ist gerade nur soviel übrig geblieben, um den Hesperidenmythos zu beglaubigen den sie enthielt. Bekannten Abbildungen desselben entsprechend, bemerken wir den schlangenumwundenen Baum ähnlicher Darstellungen, neben demselben eine der Hesperiden welche dem äpfelhütenden Drachen die Schale, mit Wein und Honig gefüllt, entgegenhält —, endlich, mit Saitenspiel und Liebesbotschaft heiter beschäftigt, eine andre ihrer Gefährtinnen. Der beklagenswerthe Verlust des schönen Bildes, dem diese Figuren angehörten, ist für antiquarische Belehrung vielleicht unerheblich; um so wichtiger ist uns das in fünf seiner Figuren erhaltene obere Bild.

Auch dieses Bild war ohne Zweifel auf den Hesperidenmythos bezüglich, welcher nach ältester und üblichster Lesart den Herakles mit Hülfe des Atlas die goldenen Äpfel gewinnen läfst. Es ist aber nicht der Erd- und Himmelsträger, der hier erscheint um gegen Erleichterung der kosmischen Bürde dem Sohn Alkmenens zur Götterfrucht zu verhelfen ([3]); es ist eine

---

([1]) In meiner Abhandlung *Archemoros und die Hesperiden* (Abh. d. Königl. Akad. 1836) S. 284-361 (1-78).

([2]) Hiezu die Abbildung Taf. I. Die Ergänzungen sind nach meiner Angabe von Hrn. F. Wolff ausgeführt.

([3]) Nach der üblichsten Auffassung. Vgl. die Abh. *Archemoros u. d. Hesper.* S. 344 (61), 3.

in reicher Kleidung behagliche, königlich thronende und mit dem Scepter der Herrschaft versehene, Gestalt, welche den vor ihr stehenden, seine Keule aufstützenden, Helden mit gewichtigem Ausspruch belehrt. In alter Inschrift ist Atlas sowohl als Herakles deutlich bezeichnet: ΑΤΛΑΣ, ΗΗΡΑΚΛΗ(ς). Eine dritte Inschrift, deren Dorismus (ΣΕΛΑΝΑ) nicht ohne Beispiel aus ähnlichen Werken ist, lehrt eine dritte Figur uns kennen; am Thron des Atlas, vertraulich angelehnt, wird uns Selene bemerkbar, auffallend durch einen Stirnschmuck, welcher dem solarischen Nimbus oder dem natürlichen Mondschein ähnlicher ist als dem bekannten junonischen Haarputz der Stephane. Ob noch eine vierte Figur ihr zur Seite stand, ist ungewifs; sicherer ist, dafs rechterseits vom Beschauer dieses Bild mit der Gruppe des Hermes (ΕΡΜΑΣ) abschlofs, der eine vor ihm stehende Frau auf ähnliche Weise belehrt wie Atlas den Herakles.

Alle diese Figuren gehören einer für uns neuen, aber unschwer zu deutenden, Auffassung des Mythos an. So wenig, zumal im Angesicht des unteren Bildes, ein Zweifel entstehen kann, ob die Eröffnung des Atlas an Herakles eben den goldenen Äpfeln gelte, die Atlas nach sonstiger Sage eigenhändig ausliefert, so wenig darf es uns befremden den Götterboten Hermes im Geleit des Herakles thätig, den Atlas aber von einer Göttin begleitet zu finden, deren Erscheinung im Wesen des hier betheiligten Mythos begründet ist. Die Hesperiden werden durch ihre Namen ([1]) als Nymphen der nächtlichen Stunden bezeichnet; sie sind der Göttin Nacht verwandt, bei welcher Helios sich und den Rossen die Ruhe gönnt ([2]); darf es uns wundern Selenen, die jener Göttin vielleicht ganz gleichgeltend ist, an der Seite des Atlas zu finden, der, wenn nicht Vater der Hesperiden ([3]), jedenfalls als ihr Gebieter erscheint? Sie lehnt sich an seinen Thron, wie etwa Persephone auf den des Hades; man möchte glauben, als habe in der von unserm Künstler befolgten Sage Selene die Gattin des Atlas geheifsen ([4]). Bei solcher

---

([1]) Aegle, Erytheïs, Hesperie. (Vgl. *Archemoros* S. 303. 339 = 20. 56 f.).

([2]) Nach Stesichorus: Athen. XI, 469 *E*.

([3]) Als Eltern derselben werden nicht nur Nacht und Erebos (Hesiod. Theog. 215. Hygin. pr.), oder Phorkys und Keto (Schol. Ap. Rh. IV, 1399), sondern auch Atlas und Hesperos (Diod. IV, 27) angeführt, daher sie auch Atlantiden heifsen.

([4]) Der obengedachten Hesperis gleichbedeutend.

Andeutung eines sehr nahen Verhältnisses wird denn auch einiges Licht geworfen auf die der Selene symmetrisch gegenüberstehende, von Hermes angeredete und allem Anscheine nach belehrte Frau. Von ihrem Namen ist nur der erste Buchstabe sichtlich; da dieser als M erscheint, so darf man auf Maja, M[*αια*], rathen, die als Tochter des Atlas in dessen Nähe nicht auffällt ([1]), vom vermittelnden Hermes aber als eigene Mutter günstig gestimmt wird.

Somit kann es uns nicht entgehen, wie eine um Atlas den König geschaarte Versammlung demselben Zweck, der Gewährung der Hesperidenäpfel, zu Diensten ist, welcher nach der gewöhnlichen Sage durch die alleinige Hülfe Atlas' des von der Himmelslast gedrückten Titanen erfüllt wird. Wie einleuchtend nun aber auch diese eigenthümliche Wendung des Mythos auf unserem Bilde erscheinen, wie sehr sie durch sonstiges Wechselspiel der Sagen scheinbar gerechtfertigt werden möge, so tritt für ein tieferes Verständnifs dieses seltsamen mythologischen Faktums die Hauptfrage doch erst durch dessen Anerkennung ein. Wenn wir bei der Umwandlung des Titanen in einen König zunächst an jenes berüchtigte Deutungssystem erinnert werden, welches in alexandrinischer Zeit alle Götter Griechenlands zu vormaligen Königen stempelte, so werden wir anderntheils die Grenzen uns nicht verleugnen, in welchen nicht nur der Volksglaube, sondern auch die ihm eng verbündete Poesie und bildende Kunst den mythischen Stoff stets erhielten. Man könnte meinen, unser Bild stelle den Atlas in seiner Geltung als König hesperischer Gefilde, mithin als natürlichsten Vertheiler der hesperischen Äpfel dar; wie denn eine solche Geltung zugleich mit der des Sterndeuters Atlas und Atlas des zum Gebirg Versteinerten ihre, obwohl verhältnifsmäfsig späte, Beglaubigung hat ([2]). Chronologische Gründe würden einer solchen Einwirkung euhemeristischer Ansicht auf unser Kunstwerk nicht widersprechen; vielmehr fällt die Blüthe der unteritalischen Vasenmalerei, durch das Senatsverbot der Bacchanalien begrenzt ([3]), in Ol. 130-140, also

([1]) Zumal bei nahe liegender (*Archemoros* S. 404 = 21) Gleichsetzung der Hesperiden mit den ebenfalls von Hesperis gezeugten (Diod. IV, 27) Plejaden, zu deren Siebenzahl Maja gehört.

([2]) *Archemoros u. d. Hesp.* S. 318 (35). Vgl. Heffter's Abh. Atlas (Allg. Schulzeitung 1832 no. 74-76).

([3]) *Senatusconsultum de Bacchanalibus* (a. u. 568 = Ol. 136, 3): Liv. XXXIX, 8. Vgl. meine Etruskischen Spiegel I, S. 41 f. Rapporto volcente not. 958. Kramer Thongefäfse S. 44.

gerade in einen Zeitraum, in welchem des Euhemerus, dem makedonischen König Kassander gleichzeitige und mithin gegen Ol. 120 zu setzende, Wirksamkeit ([1]) allgemeinen Eingang gefunden haben konnte. Da jedoch, nach allen bis jetzt uns vorliegenden Andeutungen, Poesie und Kunst von jenem Eingreifen historischer Deutelei in die mythischen Stoffe bis in die spätesten Erzeugnisse griechischer Litteratur hinab sich jederzeit frei erhielten, so ist wol ernstlicher zu erwägen, ob die königliche Würde unsres Atlas nicht auf tieferem Grund beruhe.

Zu diesem Behuf erinnern wir zuvörderst, dafs die Umwandlung göttlicher Wesen in sterbliche Herrscher in der Zeit einer deutelnden Mythologie zwar besonders beliebt und überbraucht war, aber auch in der Mythologie des Volksglaubens keineswegs ohne Begründung ist. Wie im Zusammenhang mythologischer Forschung Agamemnon, Diomedes und andre Helden als sterbliche Abbilder provinzialer Göttergestalten erscheinen, ist Ähnliches auch für den Atlas nicht undenkbar, wenn anders mythische Erscheinungen desselben nachweislich sind, die dem homerischen Mythos vom Himmelsträger voran oder nebenher gehen konnten. Nachweisungen dieser Art sind nur auf historisch-geographischem Weg zu verhoffen; daher es zuvörderst uns obliegt zu fragen, ob irgend einer und welcher griechischen Landschaft der Mythos vom Atlas seit vorhomerischer Zeit angehörte. Diese Frage kann bejahend beantwortet werden, und zwar aus derjenigen Landschaft, in welcher auch mehr denn die Hälfte herkulischer Thaten ihren augenfälligen Wohnsitz hat, im nördlichen Peloponnes. In eben dem Landstrich, in welchem Nemea und Lerna, Stymphalos und Erymanthos, Kerynea und des Augias eleische Hauptstadt den Ruhm des Herakles bezeugten, ward das kyllenische Gebirg als ursprünglicher Wohnsitz des Atlas betrachtet, für dessen Kinder bald die Plejaden ([2]) und Hyaden ([3]), bald mit Maja verschwistert der eleische Oenomaos ([4]) galten. Keine andere Sage vom Atlas hat einen

---

([1]) Böttiger Kunstmythologie I, S. 186 ff.

([2]) Plejaden, des Atlas Töchter von der Okeanide Pleione (Apollod. III, 10, 1. Ovid. Fast. V, 83) oder von Hesperis (Diod. IV, 27).

([3]) Hyaden, des Atlas Töchter von Aethra: Hygin. Fab. 192. Ovid. Fast. V. 171.

([4]) Von Sterope erzeugt: Sevr. Virg. Aen. VIII, 130.

gleich sicheren topographischen Grund; keine andere, den Titanenmythos([1]) nicht ausgenommen, hat ein nachweislich höheres Alter, und keine andere kann geeigneter sein um das Verhältnifs des Atlas zum Herakles, wie es im Hesperidenmythos sich findet, für ursprünglich und zugleich für arkadisch nachzuweisen. Beide Hauptpunkte dieser Ansicht zeigen sich denn auch sonst bestätigt. Den Hesperidenmythos ohne Erwähnung des Atlas zu finden, dergestalt dafs Herakles die Äpfel nicht durch irgend eine Gunst, sondern durch Erlegung des Drachen gewinnt, ist eine vermuthlich erst in der Tragiker Zeit aufgekommene spätere Form des Mythos; alle früheren Spuren desselben, mit Inbegriff der Kunstwerke vom Kasten des Kypselos an ([2]) und des nach Herodor's Vorgang berichtenden Apollodor ([3]), betrachten den Atlas als unentbehrliche Person der Hesperidensage. Dafs aber der Antheil desselben am mehrgedachten Mythos nicht nur der Sage, sondern auch ihrem arkadischen Lokal ursprünglich sei, dafür legt noch eine dritte Hauptperson jenes Mythos ein schwer zu verwerfendes Zeugnifs ab.

Bei so viel sonstiger Einmischung nämlich arkadischen Lokals in den herakleischen Sagenkreis ist uns der Umstand keinesweges bedeutungslos, den schlangengestalten Hüter des Hesperidenbaums dem berühmten arkadischen Strome Ladon gleichnamig benannt zu finden. Dieser Strom, seinem mit Leda, λήθω u. dgl. verwandten Namen ([4]) gemäfs der Dunkle genannt, lag unfern jenes eleusinischen Heiligthums, in welchem die von Poseidon bewältigte Erdgöttin als furchtbare Erinnys, nach ihrer Reinigung aber im Ladon zugleich als freundliche Göttin Lusia verehrt ward ([5]). Eine so feierliche Stätte mufste im Sagenkreis der sie umgebenden Landschaft manche poetische Anwendung, manche bildliche Umdeutung erhalten. Wie der böotische Ladon ein schwarzer Flufs zu sein aufhört und Ismenios heifst, seit Apollo's des Lichtgottes Dienst ihn verklärt ([6]), so kann es auch nicht wohl zufällig sein,

---

([1]) Bei dessen Erläuterung (Völker Iapetiden S. 284 ff. Weiske Prometheus S. 311 ff.) der sikyonische Titan (Paus. II, 11, 5), des Helios Bruder, ein Fruchtbeschützer wie König Atlas, allzuwenig beachtet ward.

([2]) Paus. V, 18, 1. Vgl. die Abh. *Archemoros* S. 424 (42).

([3]) Apollodor. II, 5, 11.

([4]) *Archemoros u. d. Hesper.* S. 440 (57).

([5]) Pausan. VIII, 25, 4.

([6]) Pausan. IX, 10, 5: *Λάδων ἐκαλεῖτο, πρὶν Ἰσμήνιον γενέσθαι τὸν Ἀπόλλωνος.*

dafs der solarische Heros Arkadiens das Ziel seiner Thaten im Reinigungsflufs der Thelpusischen Göttin fand: dieses nach mehr denn einer Lesart der Sage und nach mehr denn einer Bedeutung des Namens. Die Sagen schwanken, ob die Entführung des Kerberos (1) oder die Erbeutung der Hesperidenäpfel (2), vielleicht auch die Erjagung der kerynitischen Hirschkuh (3), als letzte That des Herakles zu gelten habe. Wäre die arkadische Sage über seinen Eintritt zur Unterwelt uns aufbehalten worden, wie andere Städte und Landschaften Griechenlands sie sich aneigneten (4), wir würden den ursprünglichen Boden jenes ersten Mythos in einer fast gänzlich arkadischen Sagenkette vermuthlich eher beim Heiligthum von Thelpusa (5) zu suchen haben als, wie Müller vermuthete (6), im thesprotischen Ephyra; was aber für die erste jener drei Thaten sich nur vermuthen läfst, ist für die beiden andern mit ziemlicher Sicherheit nachzuweisen. Die kerynitische Hindin verfolgt Herakles ein Jahr lang, bis sein Lauf durch den Ladon gehemmt wird (7); diesen Flufs aber, der durch Arkadiens Thäler sich schlängelt und den fruchtbar gefeuchteten Boden zurückläfst, den im üblichen mythischen Ausdruck eine Schlange bezeichnet, ist es gestattet auch für den natürlichen Anlafs des Mythos von dem gleichnamigen Wächter hesperischer Früchte anzusehen. Wenn es hiebei mit Recht befremdet, zwei späterhin so weit ausgesponnene Mythen auf den Doppelsinn eines Namens zurückgeführt zu finden, so ist doch ein solcher Doppelsinn weder des heiligen Stroms unwürdig, den man in sprechendem Bild neu feierte, noch ist es ganz ohne

---

(1) Kerberos: nach Apollodor und der Mehrzahl der Zeugnisse.

(2) Nach dem Epigramm des Quintus Smyrnaeus (Annal II, p. 475), auf der Kapitolinischen Ara und sonst. Vgl. Zoega Bassir. II, p. 51. 94. *Archemoros u. d. Hesp.* S. 407 (24).

(3) Wie aus der Verknüpfung dieses Mythos mit dem Hesperidenbaum auf einem Durandschen Gefäfse wahrscheinlich wird. Vgl. unten S. 116.

(4) Trözen, Hermione, Tänaron, Koronea (Paus. II, 31, 2. 35, 7. III, 35, 4. IX, 34, 4), Heraklea im Pontus (Müller Dorier I, S. 319), im Zusammenhange des Kampfes mit Hades ohne Zweifel auch Pylos.

(5) Vor dem Idol der Erdgöttin, der Herakles auch auf Münzen von Heraklea den überwundenen Kerberos darstellt (Mionnet. no. 360. Müller a. a. O.).

(6) Müller Dorier I, S. 318.

(7) Apollodor. II, 5, 3.

Beispiel: wie denn in ganz ähnlicher Weise das Achelousborn [1] des Herakles bald den gebändigten unholden Flufsgott bald die Fülle seiner Segnungen uns bezeichnet. Somit ist der fruchterfüllte Baum, den in den hesperischen Gärten die Schlange Ladon umwunden hält, ursprünglich ein Bild der arkadischen Thäler, die der gleichnamige Flufs in Schlangenwindung durchströmt und in schlangengewohnter Feuchte zurückläfst. Herakles darf jenes Baumes edelste Früchte pflücken, nicht nur als gefeiertster Heros des Landes, sondern auch in seiner anderweitig bekannten Verwandtschaft mit cerealischem Dienst [2]; es ist wahrscheinlich, dafs er der eleusinischen Göttin von Thelpusa priesterlich dienend die edelsten Früchte zu liefern und zu bewahren hatte, wie im böotischen Mykalessos von ihm geschah [3]. Atlas ist ihm dazu behülflich, sei es als Heros oder als Gott des benachbarten höchsten Gebirges, an dessen Abhängen der Ladon entspringt; in einem wie in dem andern Fall nicht als Titan noch als Himmelsträger, sondern als ein den Nymphen gebietender Berggeist arkadischer Landschaft: in einer Geltung mithin, die in Sage und Darstellung sehr wohl als königliche erscheinen konnte.

Diese Grundzüge des ursprünglich keineswegs hesperischen, sondern arkadischen Hesperidenmythos sind erfolgreich zum Verständnifs mehr denn Eines Kunstdenkmals. Zuvörderst wird das Verhältnifs begreiflicher, in welchem das gegenwärtige Bild den thronenden Atlas mit der Mondgöttin zeigt; der Monddienst Arkadiens, den der arkadische Stolz nicht für uralt, aber doch für älter erkannte als des Herakles Kampf mit den Giganten [4], ist in sprechenden Sagen dortigen und benachbarten Götterdienstes bezeugt.

---

(1) Vgl. meine Auserlesenen Vasenbilder II, S. 112.

(2) Im Tempel zu Akakesion als Dreifufsräuber den Mören verbunden (Paus. VIII, 37, 1); zu Megalopolis ellenhoch als idäischer Daktyl (ebd. VIII, 31, 8). In Syrakus als Gründer des Stieropfers für Kora (Diod. IV, 23). Vgl. Welcker Zeitschr. S. 86 f. Creuzer Symb. IV, 169.

(3) Paus. IX, 19, 4: *πρὸς θάλασσαν δὲ τῆς Μυκαλησσοῦ Δήμητρός ἐστι Μυκαλησσίας ἱερόν. κλείεσθαι δὲ αὐτὸ ἐπὶ νυκτὶ ἑκάστῃ καὶ αὖθις ἀνοίγεσθαί φασιν ὑπὸ Ἡρακλέους. τὸν δὲ Ἡρακλέα εἶναι τῶν Ἰδαίων καλουμένων Δακτύλων. δείκνυται δὲ αὐτόθι καὶ θαῦμα τοιόνδε. πρὸ τοῦ ἀγάλματος τῶν ποδῶν τιθέασιν, ὅσα ἐν ὀπώρᾳ πέφυκε γίνεσθαι· ταῦτα δὲ διὰ παντὸς μένει τεθηλότα τοῦ ἔτους.*

(4) Schol. Aristoph. Nub. 39. Schol. Apoll. Rhod. IV, 264. Creuzer Symb. IV, S. 79.

Mit Selene buhlte der lykäische Pan (¹), von Zeus und Selene war Nemea erzeugt (²), und wenn wir in anderer Nachbarschaft dieselbe Göttin mit Stammheroen des Landes verbündet finden, wer sollte es dann nicht für wahrscheinlich halten, dafs auch die Selene unsres Vasenbilds auf den Grund alter Tempelsage dem kyllenischen Stammgott oder Stammhelden Atlas beigesellt sei, wie in Elis sie es dem Endymion (³) war? Noch ein zweites Vasenbild gewinnt Licht in diesem Zusammenhang. Es ist die anderwärts (⁴) von mir behandelte archaische Darstellung der von Herakles verfolgten Hindin, verbunden mit einem fruchtbeladenen Baum, der auch ohne die Schlange den Hesperidenbaum uns vergegenwärtigt. Dafs der Künstler dieses Bildes eine Veranschaulichung beider Mythen mit geflissentlicher Verdunkelung des reizenden Hesperidenbildes bezweckt habe, ist nicht denkbar; wohl aber liegt eine ungleich einfachere Deutung uns nahe. Da wir nämlich annehmen durften, dafs der fruchtbeladne hesperische Baum ursprünglich den Segen des vom Ladon bewässerten Thals darstellte, in welchem Demeter ihr fruchterfülltes Gehege hatte und Herakles nach sonstigem Brauch ihr Obst opfern mochte, so entspricht jenes Vasenbild dem mythischen Zeugnifs, Herakles habe die Hindin bis zum Ladon verfolgt; dergestalt, dafs statt des nur andeutungsweise und selten erfreulich darstellbaren Flufsgotts die Fülle des ihm verdankten Segens in kunstgerechter Abbildung erscheint.

Zum Schlufs dieser durch ein neuentdecktes Vasenfragment veranlafsten Erörterungen wird die Notiz zwei andrer Denkmäler an ihrer Stelle sein, welche ebenfalls neuentdeckt, ebenfalls unteritalisch und ebenfalls auf den Hesperidenmythos bezüglich sind. Eines derselben (⁵) in Lekythosform, befindet sich gegenwärtig im Königl. Museum zu Neapel. Es enthält die Darstellung einer Hesperide, die dem Herakles einen vollen Apfelzweig reicht, während ihre Gefährtin in gewohnter Weise den schlangengestalten Hüter tränkt; eine bekränzte und auf den Stab gestützte Jünglingsfigur neben ihr läfst allenfalls auf Iolaos, wahrscheinlicher als hochzeitliche Nebenfigur, der

---

(¹) Virg. Georg. III, 391. Macrob. Sat. V, 22. Creuzer Symb. IV, 80.

(²) Argum. Pind. Nem. 3.

(³) Pausan. V, 1, 2.

(⁴) Gerhard Auserlesene Vasenbilder I, 99. De Witte Cab. Durand no. 308.

(⁵) Hiezu unsre Abbildung Taf. II, no. 1. Unedirt.

Bestimmung des Gefäfses entsprechend, sich deuten. Diese Bestimmung wird durch das halbgeöffnete Kästchen der gedachten weiblichen Figur angezeigt; ein bacchischer Panther steht ihr zur Seite und erinnert an die durchgängige Verbindung bacchischer und hochzeitlicher Gebräuche in ähnlichen Darstellungen. Ganz in demselben Sinn vereinigt ein anderes neuentdecktes Vasenbild ([1]) zwei zierliche Frauen, die eine mit einem Thyrsus versehen, um einen Fruchtbaum, der sich auch ohne die übliche Schlange als Hesperidenbaum kund giebt; ein kurzbekleideter Mann in ihrer Nähe, der einen Apfelzweig hält, mag einer scenischen Darstellung des Atlas entnommen sein. Noch drei andre wenig bekannt gewordne Kunstdarstellungen haben wegen ihrer nahen Verwandtschaft mit dem von uns berührten Mythenkreis auf unsern Erläuterungstafeln nebenher ebenfalls eine Stelle gefunden. Erstlich ein früher von mir besprochener grofsgriechischer Krater ([2]), dessen zwei Hesperiden in fast unlesbarer Schrift als Arethusa und Aegle bezeichnet worden sein mögen, im Museum zu Neapel ([3]); ferner die gleichfalls früher erläuterte Darstellung einer nolanischen Amphora ([4]), auf welcher Herakles den Erdball trägt, während Atlas zur Apfelpflückung dem schlangenbewachten Baum sich naht; endlich das Hesperidenbild einer jetzt im Museum von Turin zu suchenden grofsgriechischen Pelike ([5]), deren Kehrseite durch ihre räthselhafte bacchische Darstellung ([6]) der bacchischen Bedeutung des Hesperidenmythos zu neuem Belege dient.

([1]) Apulisches Stamnion meines Besitzes, abgebildet auf Taf. III, no. 4. 5. Unedirt.

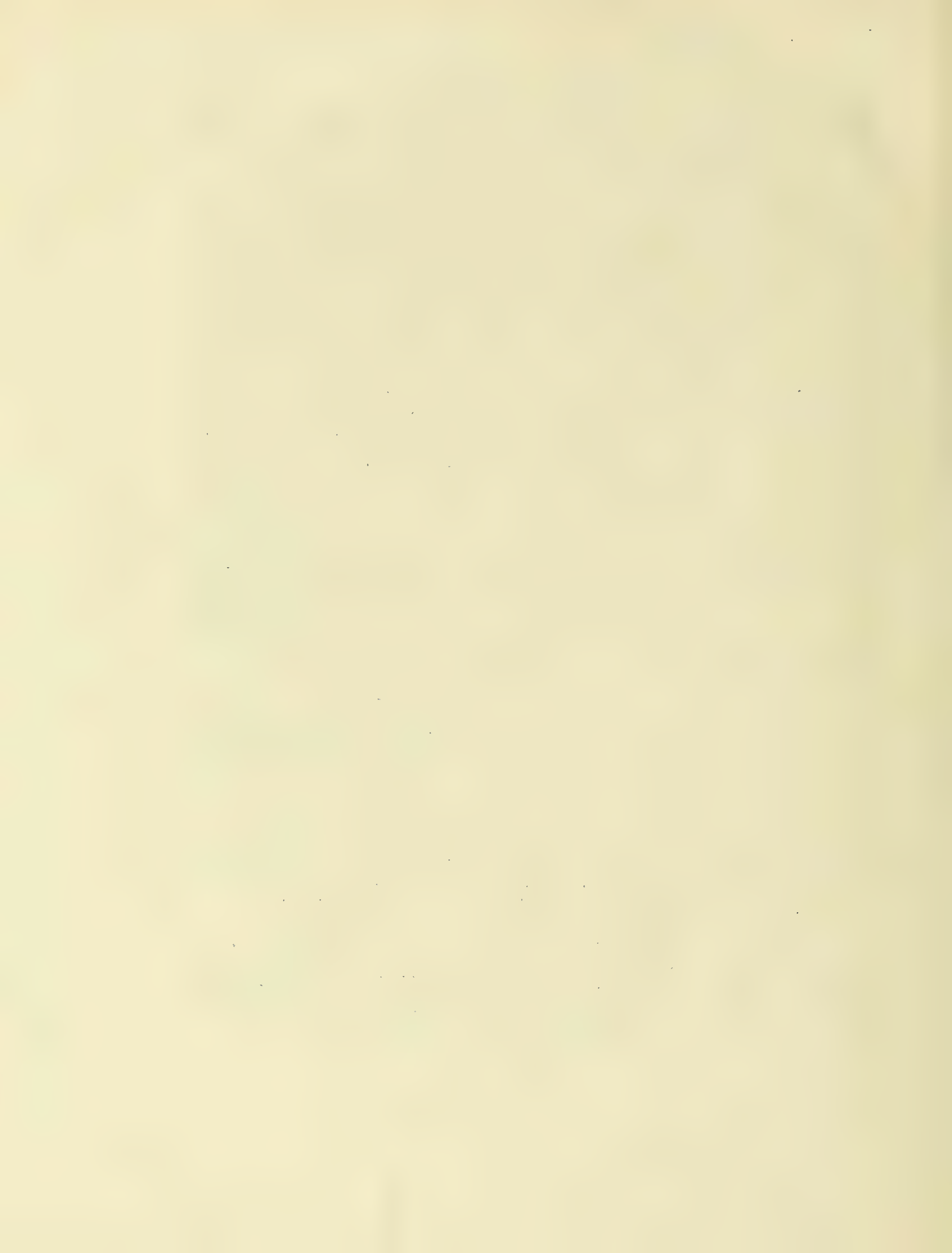
([2]) *Archemoros u. d. Hesper.* S. 432 (49) f. In der dritten Inschrift ist dort eine Benennung des Baumes, etwa Hesperias, vermuthet. Abgebildet nach Gargiulo auf unsrer Taf. II, no. 2. 3.

([3]) Neapels antike Bildwerke S. 381, no. 2001.

([4]) Aus der Vasensammlung der Vatikanischen Bibliothek bei Passeri III, 249. Hancarville III, 94; danach in verkleinerter Zeichnung auf unsrer Taf. II, no 4-6. Vgl. meine Abh. *Archemoros* S. 430 (47), wo im Hauptbild Herakles und Here erkannt sind. Die kurze Bekleidung hat Atlas, wie Hephästos und die Kyklopen, zur Andeutung seiner Mühsal.

([5]) Vormals im Privatbesitz des Hrn. Moschini zu Neapel; herausgegeben in einer seltenen kleinen Schrift von Bern. Quaranta (Napoli 1823 fol.) und danach wiederholt auf unsrer Taf. III, no. 1-3. Vgl. Kunstblatt 1824 no. 6. *Archemoros* S. 433 (50).

([6]) Hermes in bacchischem Taumel von Satyrn umjauchzt. Die ebenfalls freistehende Deutung auf Perseus kann für widerlegt gelten, wenn Quaranta die angeblich am Fufs der Vase eingekratzte Inschrift richtig las: ⊦ΗΡΑΚΛΗΣ, ⊦ΕΡΜΕΙΑΣ.





C. E. Weber sc.





C. E. Weber sc.





1

2

4

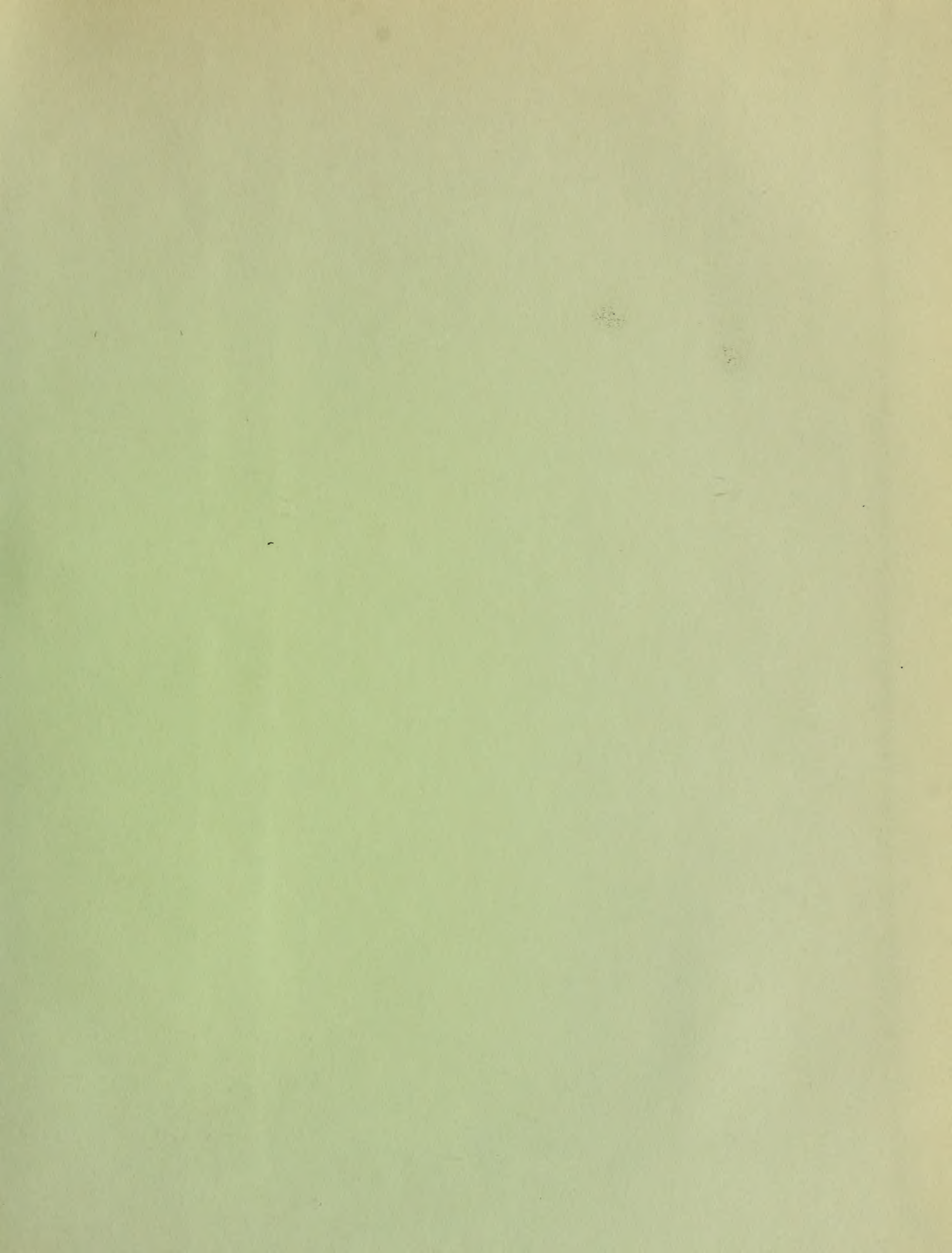
3

5

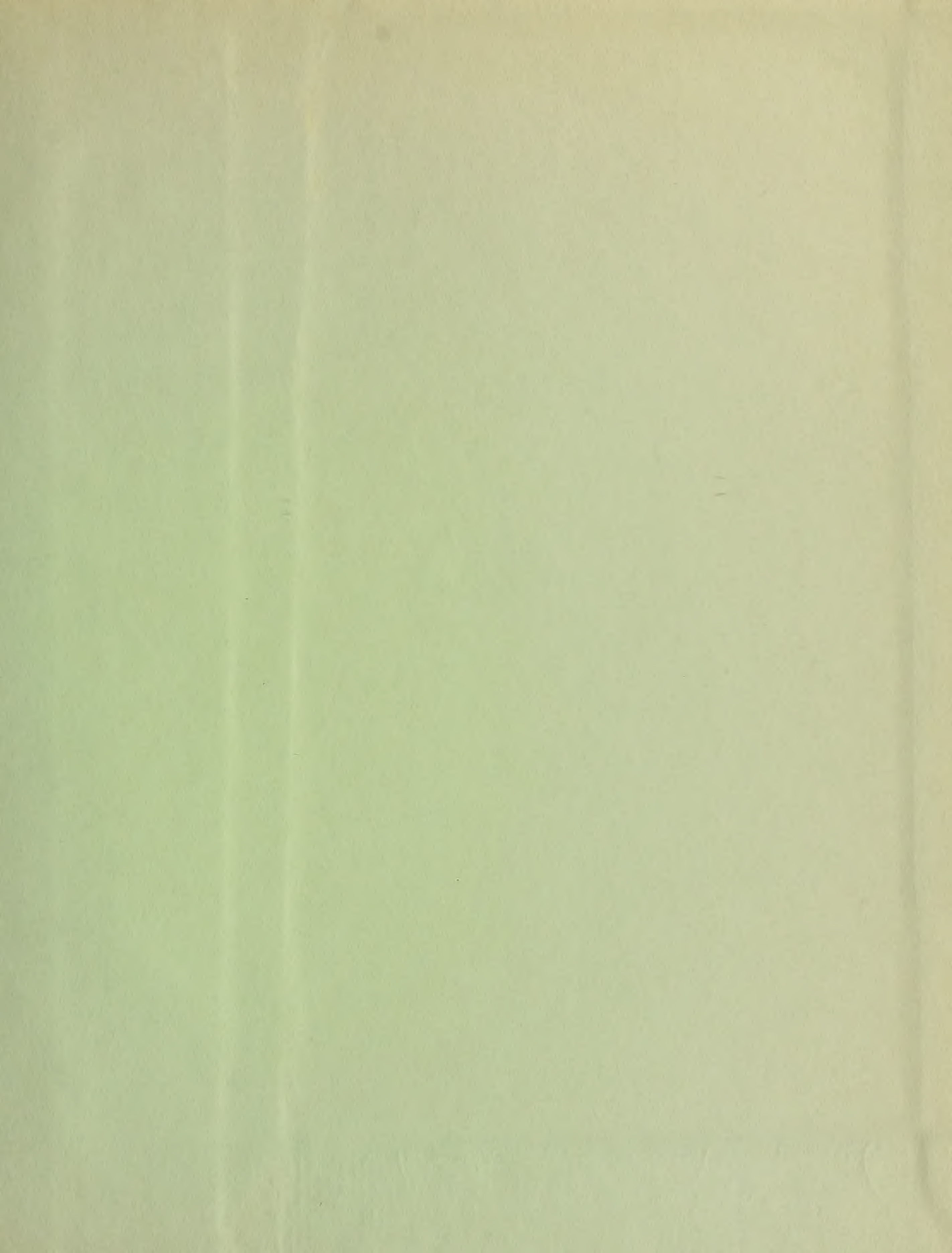
C. E. Weber sc.












SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01298 8275